



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## VZDUCHOTECHNIKA MULTIFUNKČNÍ BUDOVY

VENTILATION OF A MULTIFUNCTIONAL BUILDING

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Daniel Vozák

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PAVEL UHER, Ph.D.

BRNO 2018





# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

## FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	B3607 Stavební inženýrství
<b>Typ studijního programu</b>	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3608R001 Pozemní stavby
<b>Pracoviště</b>	Ústav technických zařízení budov

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Daniel Vozák
<b>Název</b>	Vzduchotechnika obchodně-sportovního centra
<b>Vedoucí práce</b>	Ing. Pavel Uher, Ph.D.
<b>Datum zadání</b>	30. 11. 2016
<b>Datum odevzdání</b>	26. 5. 2017

V Brně dne 30. 11. 2016

---

doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.  
Vedoucí ústavu

---

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.  
Děkan Fakulty stavební VUT

## PODKLADY A LITERATURA

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

## ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

- práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony, vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb

- obsah a uspořádání práce dle směrnice FAST:

- a) titulní list,
- b) zadání VŠKP,
- c) abstrakt v českém a anglickém jazyce, klíčová slova v českém a anglickém jazyce,
- d) bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690,
- e) prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora,
- f) poděkování (nepovinné),
- g) obsah,
- h) úvod,
- i) vlastní text práce s touto osnovou:

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu

B. Výpočtová část

analýza objektu – rozdělení na funkční celky VZT, 2-3 zařízení zpracovaná v tématech:

tepelné bilance,

průtoky vzduchu, tlakové poměry

distribuce vzduchu,

dimenzování potrubí a tlaková ztráta,

úpravy vzduchu, návrh VZT jednotek (hx diagramy),

útlum hluku

C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: výkresy dvoučarově, půdorysy + řezy (řešené místnosti, strojovna) legenda prvků, 1:50 (1:100) – budou uloženy samostatně jako přílohy, technická zpráva (tabulka místností, tabulka zařízení), položková specifikace, funkční (regulační) schéma

j) závěr,

k) seznam použitých zdrojů,

l) seznam použitých zkratk a symbolů,

m) seznam příloh,

n) přílohy - výkresy

## STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



## **ABSTRAKT**

První část bakalářské práce je zaměřena na obecné principy větrání a úprav vzduchu pomocí vzduchotechnických systémů. V druhé části se zaměřuji na návrh vzduchotechnického systému pro druhé nadzemní podlaží multifunkční budovy. Řešeny jsou hlavní místnosti a hygienická zázemí pro hlavní místnosti. Pokrytí tepelné zátěže je řešeno pomocí vzduchotechnického systému, nebo v kombinaci s nepřímým chlazením, nebo pouze nepřímým chlazením. V třetí části je zpracována dokumentace pro realizaci těchto navržených vzduchotechnických systémů.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Multifunkční budova, vzduchotechnická zařízení, nucené větrání, klimatizace, tepelná zátěž, fancoil, distribuční elementy

## **PREFACE**

First part of bachelor's thesis is focused on general principles of ventilation and air treatment by air – conditioning system. Second part is focused on design of air – conditioning system in second floor of multifunctional building. The main rooms and hygienic facilities for the main rooms are addressed. Heat load coverage is addressed by the air – conditioning system, or in combination with indirect cooling or indirect cooling only. In the third part the documentation for the implementation of these designed air – conditioning system is elaborated.

## **KEY WORDS**

Multifunctional building, air-conditioning equipment, forced ventilation, air conditioning, heat load, fancoil, distribution elements

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP**

Daniel Vozák. Vzduchotechnika multifunkční budovy. Brno,2018. 42 s.  
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav  
technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Pavel Uher, Ph.D.

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 28. 4. 2018

---

Daniel Vozák  
autor práce



## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Petru Uhrovi, Ph.D. za poskytnutí odborné pomoci a dalších cenných rad při zpracování mé práce. Dále chci poděkovat své rodině za umožnění studovat a tvořit tuto práci. Také chci poděkovat snoubence za podporu při tvorbě této práce.



# OBSAH

<b>ÚVOD .....</b>	<b>15</b>
<b>A – TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>17</b>
<b>1. KLIMATIZACE.....</b>	<b>19</b>
1.1 NÁHLED DO HISTORIE KLIMATIZACE.....	19
1.2 PRINCIP FUNGOVÁNÍ CHLADÍCÍCH SYSTÉMŮ.....	21
1.3 ZÁKLADNÍ ÚPRAVY VZDUCHU V KLIMATIZAČNÍCH ZAŘÍZENÍCH.....	22
1.4 FILTRACE VZDUCHU.....	23
1.4.1 ÚČINNOST FILTRACE.....	23
1.4.2 TLAKOVÁ ZTRÁTA FILTRU.....	24
1.4.3 TŘÍDĚNÍ FILTRŮ.....	25
1.5 ZAŘÍZENÍ PRO ZPĚTNÉ ZÍSKÁVÁNÍ TEPLA.....	28
1.5.1 REKUPERACE.....	30
1.5.2 REGENERACE.....	31
1.6 OHŘEV A CHLAZENÍ VZDUCHU.....	33
1.7 VLNČENÍ VZDUCHU.....	37
1.7.1 DRUHY ZVLHČOVACÍCH PŘÍSTROJŮ.....	37
1.7.2 VLNČENÍ ROZPRAŠOVANOU VODOU.....	38
1.7.3 PARNÍ VLNČENÍ.....	39
1.7.4 VLNČENÍ PROSTŘEDNICTVÍM ODPAŘOVACÍCH PÁNÍ.....	40
<b>B – VÝPOČTOVÁ ČÁST .....</b>	<b>43</b>
<b>2. ANALÝZA OBJEKTU .....</b>	<b>44</b>
2.1 POPIS OBJEKTU .....	44
2.2 KONSTRUKČNÍ SYSTÉM .....	44
2.3 ROZDĚLENÍ NA FUNKČNÍ CELKY .....	45
<b>3. TEPELNÉ BILANCE .....</b>	<b>47</b>
3.1 TEPELNÁ ZTRÁTA OBJEKTU .....	47
3.1.1 SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA KONSTRUKCÍ .....	47
3.1.2 TEPELNÁ ZTRÁTY.....	49
3.2 TEPELNÁ ZÁTĚŽ.....	50
3.2.1 TEPELNÁ ZÁTĚŽ OKNY .....	51
3.2.2 TEPELNÁ ZÁTĚŽ VNĚJŠÍCH KONSTRUKCÍ .....	52
3.2.3 TEPELNÁ ZÁTĚŽ VNITŘNÍCH KONSTRUKCÍ .....	53

3.2.4 PRODUKCE TEPLA OD LIDÍ.....	54
3.2.5 TEPELNÁ PRODUKCE SVÍTIDEL .....	55
3.2.6 VODNÍ ZISKY .....	55
3.2.7 CELKOVÁ TEPELNÁ ZÁTĚŽ .....	56
<b>4. PRŮTOKY VZDUCHU A TLAKOVÉ POMĚRY.....</b>	<b>57</b>
<b>5. DISTRIBUČNÍ ELEMENTY.....</b>	<b>59</b>
5.1 VÍŘIVÉ VYÚSTĚ .....	59
5.2 TALÍŘOVÉ VENTILY .....	61
5.3 VELKOOBJEMOVÉ VYÚSTKY.....	62
<b>6. DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ A TLAKOVÁ ZTRÁTA .....</b>	<b>67</b>
<b>7. VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY .....</b>	<b>72</b>
7.1 ZAŘÍZENÍ č.1 – RESTAURACE .....	72
7.2 ZAŘÍZENÍ č. 2 – SPORTOVNÍ HALA.....	75
7.3 ZAŘÍZENÍ č. 3 – POSILOVNA A ZÁZEMÍ .....	78
<b>8. CHLADÍCÍ JEDNOTKY FANCOIL .....</b>	<b>81</b>
<b>9. ÚTLUM HLUKU .....</b>	<b>83</b>
<b>10. IZOLACE .....</b>	<b>84</b>
<b>C – PROJEKT .....</b>	<b>85</b>
<b>11. TECHNICKÁ ZPRÁVA .....</b>	<b>89</b>
11.1 ÚVOD .....	89
11.1.1 PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ .....	89
11.1.2 VÝPOČTOVÉ HODNOTY KLIMATICKÝCH POMĚRŮ .....	90
11.1.3 OCHRANA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ .....	90
11.1.4 VÝPOČTOVÉ HODNOTY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ .....	91
11.2 ZÁKLADNÍ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ .....	92
11.2.1 HYGIENICKÉ POŽADAVKY .....	93
11.2.2 TEPELNÁ ZÁTĚŽ, VLHKOSTNÍ ZISKY .....	94
11.2.3 TECHNOLOGICKÉ VĚTRÁNÍ A CHLAZENÍ .....	94
11.2.4 ENERGETICKÉ ZDROJE .....	95
11.3 POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ .....	96
11.4 NÁROKY NA ENERGIE .....	103
11.5 MĚŘENÍ A REGULACE .....	104
11.6 ELEKTRICKÁ POŽÁRNÍ SIGNALIZACE .....	104



11.7 POŽADAVKY NA OSTATNÍ PROFESE .....	105
11.7.1 STAVBA .....	105
11.7.2 ELEKTROINSTALACE .....	105
11.7.3 ZDRAVOTECHNIKA .....	106
11.7.4 ROZVOD TEPLA A CHLADU .....	106
11.8 PROTIHLUKOVÁ OPATŘENÍ .....	106
11.9 IZOLACE A NÁTĚRY .....	107
11.10 PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ .....	108
11.11 MONTÁŽ, PROVOZ A OBSLUHA ZAŘÍZENÍ.....	108
11.11 ZÁVĚR.....	108
11.12 FUNKČNÍ SCHÉMATA.....	109
11.13 TECHNICKÁ SPECIFIKACE.....	113
<b>12. POUŽITÉ ZDROJE .....</b>	<b>117</b>
<b>13. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ.....</b>	<b>119</b>
<b>14. SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ.....</b>	<b>120</b>
<b>15. SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>121</b>



## ÚVOD

V teoretické části této bakalářské práce zmíním historii klimatizačních zařízení. Dále se budu zabývat základními úpravami vzduchu, které probíhají v klimatizačních jednotkách, s ohledem na zařízení, které tyto úpravy umožňují.

Ve výpočtové části je řešen návrh vzduchotechnického systému pro druhé nadzemní podlaží multifunkční budovy. Řešená část objektu je rozdělena do tří funkčních celků. Pro každý funkční celek je navržena vzduchotechnická jednotka která bude do místností dopravovat vzduch a také bude znehodnocený vzduch odvádět. Pro řešenou část objektu jsou navrženy tři jednotky, a to stacionární a podstropní jednotka umístěné ve strojovně vzduchotechniky, a stacionární jednotka umístěná v exteriéru na střeše budovy. V hlavních místnostech bude kromě výměny vzduchu také řešeno pokrytí tepelné zátěže. Ta bude kryta pomocí systému nepřímého chlazení v kombinaci se vzduchotechnickým zařízením, pouze vzduchotechnickým zařízením a pouze systémem nepřímého chlazení, podle možností jednotlivých místností.

Ve třetí a zároveň poslední části, je vypracována projektová dokumentace, která obsahuje veškerou textovou a výkresovou dokumentaci včetně technických specifikací a regulačních (funkčních) schémat. Tato projektová dokumentace je vypracována v rozsahu pro provádění stavby.





**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

*BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY*

**FAKULTA STAVEBNÍ**

*FACULTY OF CIVIL ENGINEERING*

**ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**

*INSTITUTE OF BUILDING SERVICES*

**VZDUCHOTECHNIKA MULTIFUNKČNÍ BUDOVY**

*AIR CONDITION OF MULTIFUNCTION BUILD*

## **A – TEORETICKÁ ČÁST**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

*BACHELOR'S THESIS*

**AUTOR PRÁCE**

*AUTHOR*

Daniel Vozák

**VEDOUCÍ PRÁCE**

*SUPERVISOR*

Ing. Pavel Uher, Ph.D.



# 1. KLIMATIZACE

Klimatizaci lze popsat jako úpravu a výměnu znehodnoceného vzduchu v daném prostoru přírodním vzduchem, jenž je alespoň chlazen, či alespoň vlhčen, nebo alespoň odvlhčován a v zimě zpravidla ohříván.

## 1.1 NÁHLED DO HISTORIE KLIMATIZACE

Počátky klimatizace, založené na přirozených principech proudění, přenosu tepla i vlhkosti, nalezneme již v minulosti. V některých oblastech Indie, za horkého období, bylo využito intenzivního stabilního proudění větru k úpravě teploty a vlhkosti v palácových stavbách. Přes otvory na návětrné straně budov byly zavěšovány vlhčené rohože z trávy k adiabatickému chlazení (vypařováním) přiváděného vzduchu až na teploty 20-30 °C. Rohože byly vlhčeny ručně, nebo z perforovaných žlabů, zásobovaných gravitačně vodou z rezervoáru. Prvky úpravy vzduchu, o kterých lze říci, že později formovaly "klimatizaci", byly uplatněny v Anglii v druhé polovině 19. století v několika budovách (parlament v Londýně, koncertní hala v Liverpoolu) - nucený přívod i odvod venkovního a oběhového vzduchu ventilátory, ohřev vzduchu parními ohříváči, vlhčení a chlazení vzduchu sprchováním vodou, vlhčení přidáváním páry i chlazení užitím přírodního ledu. [1]

Historicky první záznamy o komfortní klimatizaci (s využitím větrání a chlazení vzduchu) jsou od amerického lékaře a technika **Dr. Johna Gorrie** (1802-1855), jehož návrhy na úpravu vzduchu vycházely z lékařských zkušeností s malárií, která se v té době široce vyskytovala na Floridě. V roce 1844 navrhuje, aby "domy v teplých krajinách byly stavěny s tepelnou izolací a aby byly vydávány prostředky na snížení teploty a zmenšení vlhkosti vzduchu". V roce 1844 navrhl, postavil a provozoval zařízení pro komfortní chlazení s větráním v prvním klimatizovaném nemocničním oddělení. [1]

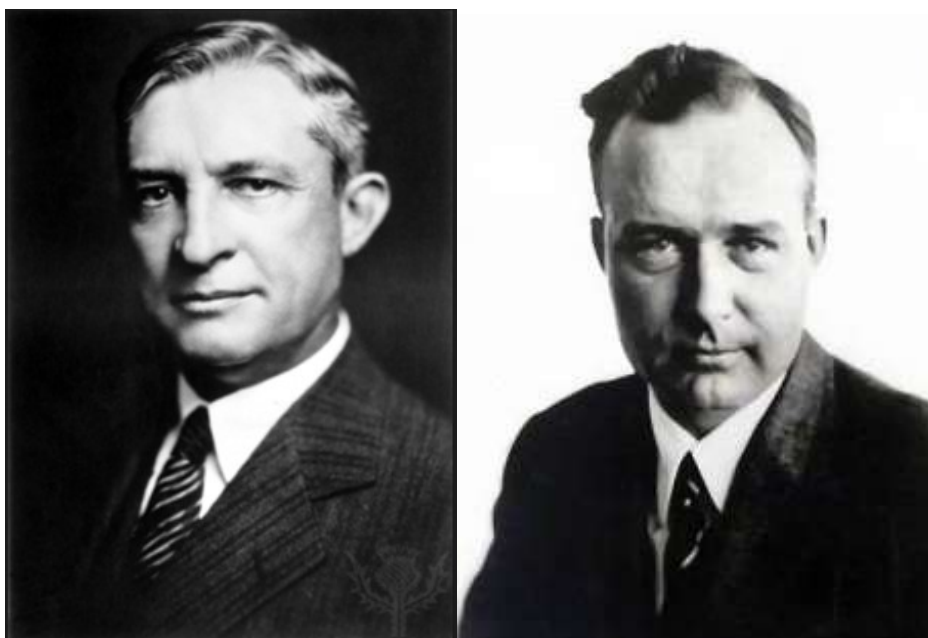


**Obrázek 1** – Dr. John Gorrie [2]

Za skutečného vynálezce klimatizace je považován americký inženýr **Willis Carrier**, který instaloval 17. července 1902 první klimatizační systém. Tato klimatizace byla instalována v americkém New Yorku v tiskárně *Sackett-Wilhelm*, která si jej objednala, jelikož měla velké problémy s usycháním barev a mačkáním papíru kvůli vysoké teplotě a vlhkosti vzduchu. Willis Carrier postavil svoji klimatizaci na nápadu hnát vzduch kolem trubek se studenou vodou. Tím docházelo ke srážení vodních par na těchto trubkách, čímž se ochlazoval okolní prostor.

Postupem času byly instalovány podobné klimatizační systémy i do dalších tiskáren a továren. Velké uplatnění našly také v nově stavěných biographech. Koncem třicátých let byla klimatizace instalována i v americkém kongresu a také v Bílém domě.

Asi největší rozmach klimatizace přichází v padesátých letech dvacátého století. Tehdejší výrobci se postupně vypořádali s nebezpečnými chladicími médii na bázi propanu, které vystřídal dnes velmi dobře známý freon. Vynálezcem tohoto chladicího média je **Thomas Midgley**. Toho pověřila v roce 1930 General Motors Corporation, aby vynalezl bezpečné chladicí médium určené zejména pro domácnosti. [3]



**Obrázek 2** – Willis Carrier [4] a Thomas Migley [5]



## 1.2 PRINCIP FUNGOVÁNÍ CHLADÍCÍCH SYSTÉMŮ

Komerčně zaměřené klimatizace nejčastěji pracují s chladivem, u kterých využívají jejich základní fyzikální vlastnosti. S těmi pak pracují v cyklech, které za sebou následují v tomto pořadí:

### 1. STLAČENÍ HORKÉHO PLYNU – KOMPRESSE

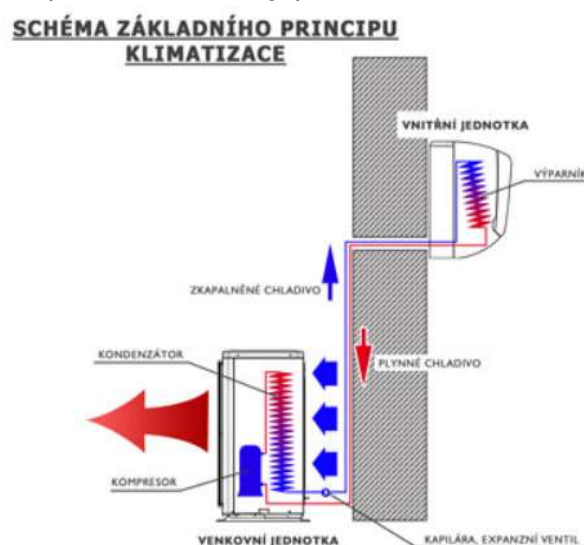
Během první fáze kompresor nasává páry chladicího média (chladiwa) za výparníkem a pod vysokým tlakem je dopravuje ke kondenzátoru. Stlačením par kompresorem dojde k jejich zahřátí.

### 2. ZKAPALNĚNÍ PLYNU - KONDENZACE

Ve druhé fázi je chladicí médium o vysoké teplotě a tlaku přivedeno do kondenzátoru, kde dochází obvykle za pomoci přídavného ventilátoru k intenzivnímu ochlazení okolním vzduchem. To má za následek kondenzaci (zkapalnění) chladicího média. Vzniklé odpadní teplo je odváděno do venkovního prostoru.

### 3. PŘEDÁNÍ TEPLA, ODPAŘOVÁNÍ – EXPANZE

Během třetí fáze je chladicí médium v kapalně podobě dopraveno pod tlakem k expanznímu ventilu na výparníku. Zde dochází k intenzivní expanzi chladiva, doprovázené jak změnou skupenství z kapalného na plynné, tak výraznému poklesu tlaku a teploty. V tomto okamžiku chladivo odebírá teplo z okolního vzduchu a pomocí ventilátoru je ochlazený vzduch z klimajednotky dopravován do klimatizovaného prostoru. Vzniklé páry jsou pak nasávány kompresorem a celý proces se následně opakuje. [6]



**Obrázek 3** – Schéma základního principu klimatizace [6]

## **1.3 ZÁKLADNÍ ÚPRAVY VZDUCHU V KLIMATIZAČNÍCH JEDNOTKÁCH**

Pro dosažení požadovaných hodnot vnitřního vzduchu je potřeba jej, před přivedením do místnosti upravit. Z toho důvodu se do vzduchotechnických jednotek osazují prvky pro jeho úpravu.

### **1. Filtrace vzduchu**

Do vzduchotechnických jednotek se osazuje z důvodu odstanění nežádoucích částic obsažených v atmosférickém vzduchu jako jsou pevné částice, pachy, kapaliny.

### **2. Zpětné získávání tepla**

Z důvodů šetření energie je ve všech vzduchotechnických jednotkách potřeba umístit výměník pro zpětné získávání tepla. Ten z odpadního vzduchu odváděného z místnosti předává tepelnou energii do vzduchu přívodního. Tím je dosahováno vysoké úspory energií na tepelnou úpravu vzduchu.

### **3. Ohřev vzduchu**

Pro dosažení požadované teploty vzduchu je umístěno do jednotky výměník pro jeho ohřev. Vzduch je hnán přes výměník ve kterém proudí teponosné médium a ohřívá vzduch.

### **4. Chlazení vzduchu**

Pro pokrytí tepelných zisků (části nebo celých) žádaných místností, se umísťuje výměník pro ochlazování vzduchu. Funguje na stejném principu jako ohřívač vzduchu.

### **5. Vlhčení vzduchu**

Pro získání optimální vlhkosti přiváděného vzduchu se osazuje vlhčení vzduchu. Používají se adiabatické pračky vzduchu a také parní zvlhčovače.

## 1.4 FILTRACE VZDUCHU

Ve větrání a klimatizaci je filtrace atmosférického vzduchu základní způsob, jak dodržet požadovanou čistotu vnitřního ovzduší ve větraném a klimatizovaném prostoru. Další důležitou funkcí filtru je ochrana vnitřních částí větracích a klimatizačních zařízení, především výměníků tepla.

Filtry atmosférického vzduchu jsou nedílnou součástí osávacích a odlučovacích systémů ve vnitřním prostředí, kde lze v souladu s hygienickými požadavky na pracovní prostředí, vracet vzduch zpět na pracoviště nebo odsávací systém je součástí vzduchotechnického systému s využitím zpětného získávání tepla v odváděném vzduchu.

Součástí filtračních systémů ve vnitřním prostředí je i využití sorpčních filtrů k zachycování plynných znečišťujících látek a pachů (odérů).

Vícestupňová filtrace je nepostradatelnou součástí vysoce účinné filtrace při vytváření čistých prostorů, kde požadavky na vysokou čistotu vzduchu vyplývají z požadavků jednotlivých technologických procesů i ochrany pracovníků.

I když jsou teoretické základy filtrace částic atmosférického vzduchu podobné jako ve filtraci průmyslové (základem je filtrační vláknitá vrstva), liší se filtry obou základních oblastech jak vlastním provedením, tak i vstupními parametry nosného plynu a koncentrací částic, místem zachytu částic ve vláknité vrstvě apod. U filtrace atmosférického vzduchu bývají vstupní koncentrace částic o několik řádů nižší než u filtrace průmyslové, teplota i tlak vzduchu se blíží standardním podmínkám, částice se odlučují ve vrstvě vláknitého materiálu (hloubková filtrace) a až na výjimky se materiál neregeneruje, tlaková ztráta atmosférických filtrů je řádově nižší než u filtrů průmyslových. [7]

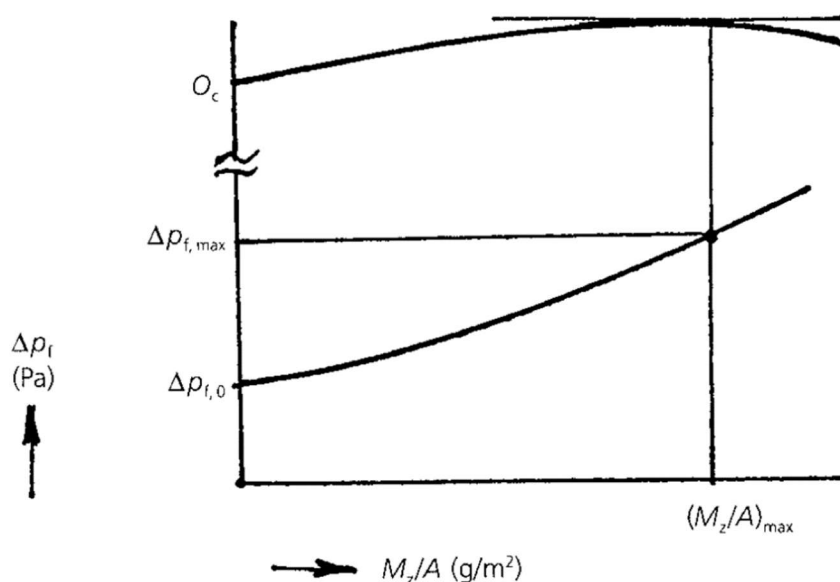
### 1.4.1 ÚČINNOST FILTRACE

Schopnost filtru na odlučování nečistot a příměsí ve vzduchu. Ta závisí nejenom na závislosti frakční odlučivosti vláknité vrstvy, ale i na charakteru znečištění atmosférického vzduchu pevnými a kapalnými částicemi, vyjádřeném jejich početní nebo hmotnostní křivkou zrnitosti (křivky relativních četností, propadů nebo zbytků). [7] Účinnost filtrace se v praxi vyjadřuje celkovou odlučivostí, která je vyplývá z koncentrace příměsí před filtrem a koncentrací na výstupu z filtru.

## 1.4.2 TLAKOVÁ ZTRÁTA FILTRU

V závislosti na provedení filtru je nutno kromě tlakové ztráty vlastního filtračního materiálu uvažovat i ztráty na vstupu a výstupu vlivem změny směru vzduchu a u skládaných filtrů i ztráty třením při průchodu vzduchu jednotlivými štěrbinami vytvořenými filtračním materiálem nebo separátory vloženými mezi jednotlivé sklady. Zároveň je nutno si uvědomit, že u reálných filtrů neprotéká vzduch filtračním materiálem ideálně kolo na jeho povrch, ale podle typu filtru pod určitým úhlem menším než  $90^\circ$ . Vše má za následek, že změna tlakové ztráty filtru se změnou objemového průtoku není čistě lineární.

Pro provoz filtrů atmosférického vzduchu je důležitá znalost změny jejich tlakové ztráty se zanášením. Tuto závislost lze vyjádřit graficky. [7]



**Obrázek 4** – Závislost tlakové ztráty filtru na jeho zanesení [7], kde

$M_z$	– poměrná hmotnost zachycených částic	(g)
$A$	– velikost filtrační plochy	( $m^2$ )
$\Delta p_f$	– změna tlakové ztráty	(Pa)
$\Delta p_{f,0}$	– počáteční hodnoty tlakové ztráty filtru	(Pa)
$\Delta p_{f,max}$	– omezená hladina tlakové ztráty filtru	(Pa)
$(M/A)_{max}$	– hmotnost zachyceného prachu – jímavost filtru	(Pa)
$O_c$	– celková odlučivost filtru	

Se zanášením filtru dochází nejenom k výrazné změně tlakové ztráty, ale může docházet i ke změně jeho odlučovacích vlastností. Při zanášení vláknité vrstvy odloučenými částicemi se postupně snižuje poréznost vrstvy, a tím zvyšuje rychlost vzduchu. [7]

### 1.4.3 TŘÍDĚNÍ FILTRŮ

Dle současné mezinárodní normalizace v Evropě a ČSN se vzduchové filtry dělí na:

- Filtry atmosférického vzduchu pro odlučování částic u běžného větrání, které se zkoušejí a třídí dle převzaté Evropské normy ČSN EN 779
- Filtry s vysokou účinností, které se zkoušejí a třídí dle převzaté normy ČSN EN 1822

#### Filtry pro běžné větrání

Měření a následné hodnocení filtrů pro běžné větrání se provádí na zkušebním zařízení, které umožňuje podávání zkušebního syntetického prachu do vzduchu, zkouška a následné hodnocení je provedeno jasně definovaným měřením odlučivosti částic velikosti  $0,4\ \mu\text{m}$  s použitím počítače částic. Rozdělení do jednotlivých tříd je provedeno podle dosažené odlučivosti na syntetický prach a částice velikosti  $0,4\ \mu\text{m}$ . Filtry se dělí na hrubé a jemné.

Filtry hrubé se zatřídují podle výsledků odlučivosti na syntetický prach – označení: *A*. Pro vlastní zkoušku je předepsána procedura spočívající v postupném zanášení filtru zkušebním prachem a filtry se zatřídují podle dosažené střední odlučivosti  $A_m$  (%).

Filtry jemné se zatřídují podle výsledků odlučivosti částic velikosti  $0,4\ \mu\text{m}$  - označení *E*. Pro tyto filtry se postupně střídá zkouška na odlučivost částic této velikosti a zanášení filtru zkušebním syntetickým prachem a filtry se zatřídují podle dosažené střední hodnoty odlučivosti částic velikosti  $0,4\ \mu\text{m}$   $E_m$  (%). [7]

EN 779		Střední stupeň odlučivosti [ $A_m$ ] syntetického prachu [%]	Střední stupeň účinnosti [ $E_m$ ] částic $0,4\ \mu\text{m}$ [%]	Minimální účinnost (ME u částic $0,4\ \mu\text{m}$ [%])
Skupina filtrů	Třída filtrace			
Hrubý prach	G1	$50 < A_m < 65$	–	–
	G2	$65 < A_m < 80$	–	–
	G3	$80 < A_m < 90$	–	–
	G4	$90 < A_m$	–	–
Středně hrubý prach	M5	–	$40 < E_m < 60$	–
	M6	–	$60 < E_m < 80$	–
Jemný prach	F7	–	$80 < E_m < 90$	35
	F8	–	$90 < E_m < 95$	55
	F9	–	$95 < E_m$	70

**Obrázek 5** – Třídy filtrů dle ČSN EN 779:2012 [8]

## Vysoce účinné filtry

Měření a třídění filtrů je v zásadě založené na zjišťování odlučivosti pro částice, které filtračním materiálem a vlastním filtrem pronikají, tzv. MPPS (Most Penetrating Particle Size). Nejprve se zkouší filtrační materiál při jmenovité filtrační rychlosti a určí se velikosti částice MPPS. Stanovení MPPS se provádí měřením odlučivosti, resp. Průniku pro nejméně šest monodisperzních aerosolů s různou velikostí částic nebo s použitím jednoho zkušebního polydisperzního aerosolu a vyhodnocením frakční odlučivosti pro nejméně šest velikostních intervalů aerosolu.

Po stanovení velikosti částice MPPS následuje zkouška filtru s aerosolem, jehož střední velikost odpovídá zjištěné velikosti MPPS. Filtr se zkouší jednak jako celek (celková hodnota odlučivosti), jednak od třídy H13 se sondováním napříč celým průřezem filtru zjišťuje místní hodnota odlučivosti. To je nutné zajišťovat z důvodu, že netěsnosti způsobené vadou materiálu nebo jeho manipulací bývají řádově velmi malé ( $\mu\text{m}^2$ ) a vůči celé ploše filtračního materiálu ( $\text{m}^2$ ) jsou zanedbatelné a nemohou být tedy identifikovány při měření celkové odlučivosti. [7]

EN 1822		Celková hodnota pro MPPS částice (0.1 – 0.3 $\mu\text{m}$ )		Integrální hodnota pro MPPS částice (0.1 – 0.3 $\mu\text{m}$ )	
Skupina filtrů	Třída filtrace	Účinnost [%]	Průnik [%]	Účinnost [%]	Průnik [%]
Skupina E EPA	E10	$\geq 85$	$\leq 15$	–	–
	E11	$\geq 95$	$\leq 5$	–	–
	E12	$\geq 99.5$	$\leq 0.5$	–	–
Skupina H HEPA	H13	$\geq 99.95$	$\leq 0.05$	$\geq 99.75$	$\leq 0.25$
	H14	$\geq 99.995$	$\leq 0.005$	$\geq 99.975$	$\leq 0.025$
Skupina U ULPA	U15	$\geq 99.999\ 5$	$\leq 0.000\ 5$	$\geq 99.997\ 5$	$\leq 0.002\ 5$
	U16	$\geq 99.999\ 95$	$\leq 0.000\ 05$	$\geq 99.999\ 75$	$\leq 0.000\ 25$
	U17	$\geq 99.999\ 995$	$\leq 0.000\ 005$	$\geq 99.999\ 9$	$\leq 0.0001$

**Obrázek 6** – Třídy vysoce účinných filtrů dle ČSN EN 1822:2010 [8]

## Sorpční filtry

K zachycení plyných znečišťujících látek, jakožto i pachů, se používají sorpční filtry na principu adsorpce. Používají se adsorpční látky s velkým měrným povrchem, daný rozvinutou strukturou jemných trhlin a vnitřních pórů. Základní sorpční látka je aktivní uhlí, dále aktivní koks nebo saze, silikagel a jiné. Vlastnost která se u těchto látek sleduje je sorpční schopnost, tj. hmotnost zachycených plyných příměsí, která závisí na kvalitě sorpční látky. Tyto sorpční látky jsou velmi citlivé na prach a proto je v zájmu zvýšení životnosti a zabránění nárůstu tlakové ztráty, nutno předřadit účinné filtry třídy F 7. [7]

Skupina filtru	Třída filtrace	Vlastnosti na příkladu odloučených látek	Doporučení pro použití vzduchových filtrů
G Filtry pro hrubý prach. Účinné pro částice ≥ 10 µm EN 779	G1 G2	Listy, hmyz, textilní vlákna, písek, létavý popílek, vodní kapky, vlasy ...	Pouze pro nejjednodušší použití (např. jako ochrana před hmyzem).
	G3 G4	Květní pyl, mlha ...	Odpadní vzduch ze stříkacích kabin a kuchyní. Ochrana proti znečištění pro klimatizační a kompaktní přístroje (např. okenní klimatizace, ventilátory). Předfiltry pro filtrační třídy F7 až F8 (nutné pouze u silně znečištěného vstupního vzduchu) Předfiltry a filtry cirkulujícího vzduchu pro zařízení civilní ochrany.
F Filtry pro jemný prach Účinné pro částice ≥ 1 µm EN 779	M5	Výtrusy, cementový prach. Částice, které způsobují skvrny nebo usazování prachu.	Filtry venkovního vzduchu pro prostory s nejnižšími požadavky (např. dílenské haly, skladovací prostory, garáže). Předfiltry pro třídy filtrace F8 a F9
	M6	Větší bakterie, zárodky na nosných částicích PM 10 – prach	Vstupní filtry pro prostory s nízkými požadavky (např. prodejní prostory, určité výrobní prostory). Předfiltry pro třídy filtrace F9 a E10. Filtry odvodního vzduchu před výměníky tepla.
	F7 F8	Nahromaděné saze. Tzv. prach procházející plicemi, PM 2,5 – prach, cementový prach (jemná frakce)	Filtry cirkulujícího vzduchu ve větracích centrálách. Koncové filtry v klimatizačních zařízeních pro střední nároky, např. obchodní domy, kanceláře a určité výrobní prostory. Předfiltry pro třídy filtrace E11 a E12
	F8 F9	Tabákový kouř (hrubé frakce). Kouř kyslíčnicků kovů (hrubé frakce), olejový kouř, bakterie	Koncové filtry v klimatizačních zařízeních pro vyšší nároky, např. kanceláře, výrobní prostory, rozvodné centrály, laboratoře. Zařízení vnějšího vzduchu v nemocnicích. Centrály výpočetní techniky. Předfiltry pro třídy filtrace H13, H14. Předfiltry pro adsorpční filtry (např. filtry s aktivním uhlím). Předfiltry ve farmaceutickém průmyslu (dbát na certifikační předpisy).
H Filtry pro mikročástice Účinné pro částice ≥ 0,01 µm EN 1822	E10 E11	Zárodky, tabákový kouř, kouř kyslíčnicků kovů, viry na nosných částicích, saze.	Koncové filtry pro prostory s vysokými požadavky (např. pro laboratoře a nemocnice). Koncové filtry pro „čisté prostory“ tříd ≥ ISO 7 ve farmaceutickém, potravinářském, optickém průmyslu a v průmyslu lehkého strojírenství.
	E12 H13	Olejový kouř ve stavu vzniku. Aerosol – mikročástice, radioaktivní aerosol, zbytky výparů z mořské soli.	Koncové filtry pro nemocnice s vyššími požadavky, avšak bez předpisu o zkoušce netěsností. Koncové filtry pro prostory v potravinářském, elektronickém, farmaceutickém průmyslu. Filtry odvodního vzduchu v zařízeních jaderné techniky. Koncové filtry pro „čisté prostory“ tříd ≥ ISO 5. Koncové filtry v civilních ochranných zařízeních.
	H14	Aerosol – mikročástice, viry.	Koncové filtry pro „čisté prostory“ tříd ≥ ISO 4. Koncové filtry pro farmaceutický průmysl a nemocnice s nejvyššími požadavky a předpisem o zkoušce netěsností.
U Filtry pro mikročástice EN 1822	U15 U16 U17	Aerosol – mikročástice.	Koncové filtry pro „čisté prostory“ tříd ≥ ISO 3. Koncové filtry pro „čisté prostory“ tříd ≥ ISO 2. Koncové filtry pro „čisté prostory“ tříd ≥ ISO 1.

**Obrázek 7 – Použití vzduchových filtrů dle tříd [8]**



## 1.5 ZAŘÍZENÍ PRO ZPĚTNÉ ZÍSKÁVÁNÍ TEPLA

Zpětné získávání tepla (ZZT) a další pojmy, jako například rekuperace, regenerace se používají v řadě oborů. V případě vzduchotechniky lze ZZT definovat jako cílené využití energie odpadního vzduchu odváděného z objektu. Využívat lze energii citelného tepla i energii vázanou ve vlhkosti, obvykle se tato energie využívá k úpravě přiváděného vzduchu do objektu.

ZZT je obecný pojem s širokým obsahem a proto zahrnuje velkou škálu nejrůznějších řešení. Základním principem tepelných výměníků je přestup tepla mezi proudícím vzduchem a materiálem výměníku. Při řešení různých typů systémů ZZT se ovšem využívá řada dalších principů a řešení. Mezi tyto principy patří například kondenzace, adsorpce a další. [9]

### Rozdělení ZZT

Protože při využití odpadního tepla se používá různých zařízení a fyzikálních vlastností, tak i pro rozdělení můžou být použita různá kritéria. Velmi často se systémy zpětného získávání tepla rozdělují na rekuperátory a regenerátory, a proto často dochází k zobecnění těchto pojmů a jejich záměně.

- Rekuperační výměníky - typickým příkladem jsou deskové a trubkové výměníky
- Regenerační výměníky - typickým příkladem jsou rotační a přepínací výměníky
- Kapalinové okruhy - tento typ ZZT lze také zařadit mezi rekuperační výměníky, kdy k přenosu energie je využita kapalina
- Tepelné trubice - jedná se o zvláštní typ rekuperačního výměníku, kdy k přenosu energie jsou využívány vlastnosti chladiv
- Aktivní systémy - tepelná čerpadla
- Další typy konstrukcí - například kapilární ventilátor, entalpický deskový výměník a další



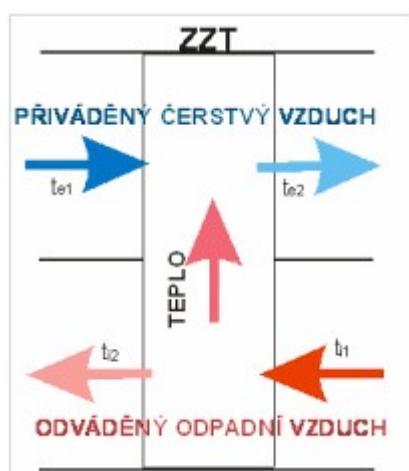
## Hodnocení systémů ZZT

Výrobci systémů zpětného získávání tepla často uvádějí hodnotu její účinnosti. Tento parametr s přesnějším názvem termická účinnost vztažená k vnějšímu vzduchu vyjadřuje poměr rozdílu teplot přiváděného vzduchu a rozdílu teploty odváděného vzduchu a přiváděného vzduchu před výměníkem. Toto hodnocení je velmi jednoduché, ale také velmi nejednoznačné. [9]

Protože skutečné teploty při procesu ZZT závisí na mnoha dalších parametrech, tak také účinnost není stálá, ale závisí na skutečných podmínkách použití. Někteří výrobci této vlastnosti využívají a ukazují maximální účinnost svých výrobků, která ovšem v reálném použití nebude dosažena, nebo bude dosažena pouze krátkodobě při určitých podmínkách.

Podobně jako termickou účinnost lze definovat účinnost přenosu vlhkosti a účinnost přenosu entalpie. Takto definovaná účinnost u pasivních výměníků ZZT může teoreticky nabývat až 100%. V reálných aplikacích se obvykle používají zařízení se jmenovitou účinností 50-90%.

Také snaha dosáhnout maximální účinnosti ZZT není prvořadá. Cílem každého řešení by mělo být navrhnout optimální systém pro dané podmínky a použití. Výměníky ZZT pro vzduchotechniku mají i řadu dalších vlastností jako tlakové ztráty, hmotnost, velikost atd. Proto při návrhu výměníku jako součásti celého systému řešení vzduchotechniky je nutné tyto další parametry zohlednit. [9]



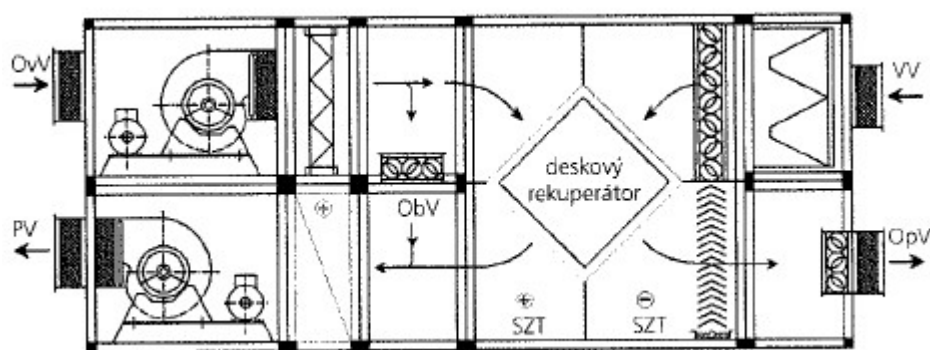
**Obrázek 8** – Schéma zpětného získávání tepla [10]

## 1.5.1 REKUPERACE

Při využití rekuperačního systému dochází k přenosu tepelné energie mezi odpadním vzduchem a přiváděným vzduchem přes pevnou stěnu. Při tomto principu nedochází k žádnému přenosu hmoty mezi odpadním a přiváděným vzduchem a proto se obecně hodí pro znečištěný odpadní vzduch. Konstrukční provedení může být velmi odlišné. Základním typem je trubkový rekuperační výměník. Výhodou tohoto řešení je velmi dobrá čistitelnost, takže tento typ se používá zejména v průmyslu. Nevýhodou je relativně malý povrch a z toho vyplývající nízká účinnost, která bývá 20-40%. Vyšších účinností obvykle v rozmezí 40-70% dosahují deskové křížové rekuperátory. Jejich konstrukce je kompaktní a relativně jednoduchá. Pro desky výměníků bývají použity různé materiály - ocel, hliník, plasty. Se zvyšující se účinností, které je dosahováno uspořádáním, tvarováním desek a zvětšující se měrnou plochou ovšem klesá čistitelnost a stoupají tlakové ztráty. Ještě vyšších účinností v rozsahu cca 60-90% je možné dosáhnout protiproudým uspořádáním a kanálkovým profilem průtokových cest výměníku.

Mezi rekuperační výměníky lze zařadit i speciální konstrukce, kdy k přenosu tepla je využíván další mezistupeň. Takovým řešením jsou kapalinové okruhy, kdy tepelná energie je z odpadního vzduchu předávána obvykle v žebrovaném výměníku do kapaliny (vody, nebo nemrznoucí směsi). Pomocí kapalinového okruhu s čerpadlem a dalšími potřebnými prvky je energie předávána do druhého výměníku v přívodním vzduchu. Největší výhodou tohoto uspořádání je možnost přenosu energie na relativně velké vzdálenosti. V typickém uspořádání má tento systém účinnost 30-50%, což je relativně málo. Při protiproudém uspořádání a použití velkého počtu řad výměníků může být účinnost vyšší (až 90%), ale protože při tomto řešení jsou vyšší tlakové ztráty, tak ne vždy se takové řešení vyplatí.

Velmi jednoduchým řešením ZZT je použití tepelných trub. Jedná se o zvláštní trubkový výměník zasahující do obou proudů vzduchu, kdy uvnitř trubek je chladivo. Přirozenou kondenzací a odparem chladiva mezi rozdílnými teplotami odsávaného a přiváděného vzduchu dochází k rekuperaci tepla. Výhodou řešení je výborná čistitelnost, velká hustota tepelného toku, jednoduché uspořádání a konstrukce. Nevýhodou je nutnost definované vzájemné polohy kanálů vzduchu. Částečně lze toto omezení redukovat použitím kapilární konstrukce, kdy vzduchové kanály nemusí být v definovaném uspořádání nad sebou. [9]



**Obrázek 9** – Deskový rekuperátor pro ZZT [7]

## 1.5.2 REGENERACE

Regenerační systém zpětného získávání tepla využívá hmoty výměníku k akumulaci tepelné energie a případně i vlhkosti. Teplo se střídavě předává z odpadního vzduchu do hmoty a odevzdává do přívodního vzduchu, to znamená, že teplosměnný povrch hmoty je omýván střídavě odpadním i přívodním vzduchem.

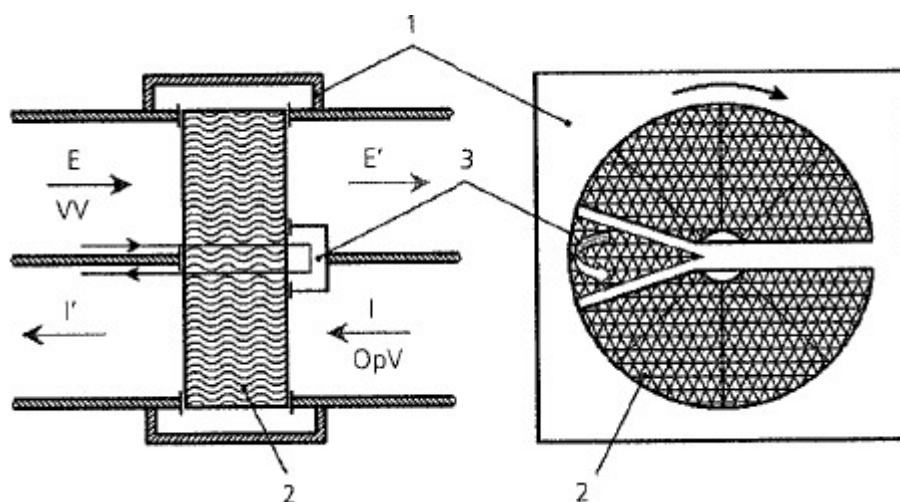
V současnosti se nejčastěji používají dva systémy a to s použitím rotačního regeneračního výměníku, kdy akumulační hmota je tvořena válcem s průtočnými kanálky, který se otáčí v prostoru mezi vzduchovými kanály a střídavě zasahuje půlkou objemu hmoty do obou kanálů. Druhým principem je přepínání, kdy akumulačním blokem protéká střídavě pomocí přepínacích klapek odpadní a přívodní vzduch. Aby nedocházelo k nerovnoměrnostem proudění, tak jsou obvykle použity dva shodné akumulační bloky a klapkový systém přepíná proudění střídavě mezi nimi.

Účinnost může být podobně jako u rekuperace až 100%, ale reálná účinnost bývá 60-80%. V závislosti na konstrukčním řešení výměníku není obvykle u regeneračních výměníků zajištěna 100% těsnost, a proto tento typ se hodí většinou pro jiné aplikace než rekuperátory.

Vlastností regeneračních výměníků je částečný přenos hmoty. Cíleným využitím může být tato vlastnost pro některé aplikace pozitivní, protože umožňuje z odpadního vzduchu přenášet vlhkost. V případě rotačních regenerátorů se upravuje povrch hmoty tak, aby přenos vlhkosti byl co nejvyšší. V některých případech lze dosáhnout účinnosti přenosu vlhkosti 60-80%.

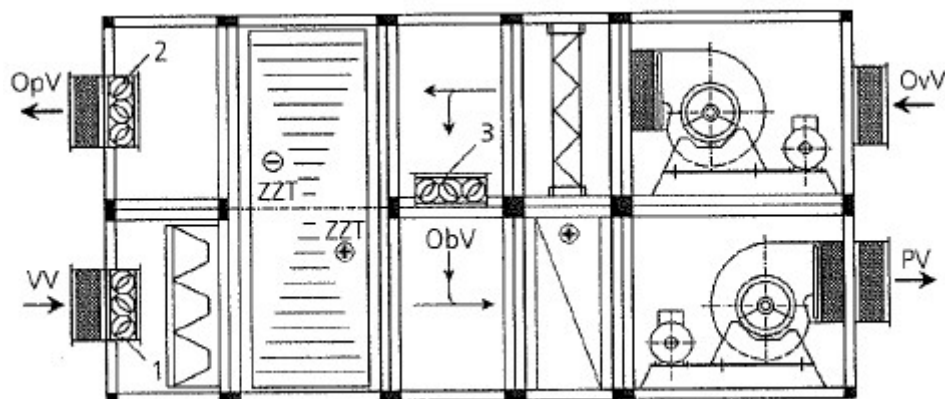
Rotační regenerátory se obvykle vyrábějí z hliníkového pásu šíře 100-300 mm, který je navinut do válce. Pro výrobu se používají i další materiály - ocel, plasty, speciální papír. Materiál je zvlněn a mezi jednotlivými vrstvami jsou vytvořeny malé kanálky.

V případě standardního povrchu dochází k přenosu vlhkosti pouze za předpokladu kondenzace, pokud je teplota povrchu nižší než teplota rosného bodu protékajícího vzduchu. Z důvodů zvýšení přenosu vlhkosti může být povrch upraven tak, aby byl hygroskopický. K dosažení nejvyšší účinnosti přenosu vlhkosti se povrch opatřuje speciální látkou - adsorbentem, který přenáší vzdušnou vlhkost z jedné vzdušiny do druhé.



**Obrázek 10** – Schéma a princip činnosti rotačního regeátoru [7] kde

- 1 – komora rotoru
- 2 – rotor
- 3 – zaslepený kruhový výsek



**Obrázek 11**– Sestava větracího zařízení se svislým rotačním regenerátorem [7]

## 1.6 OHŘEV A CHLAZENÍ VZDUCHU

Pro ohřev nebo chlazení vzduchu se ve vzduchotechnice používají výměníky tepla. Výměník tepla je zařízení, v němž teplejší látka odevzdává část své energie chladnější látce. Typickými výměníky tepla jsou ohříváče a chladiče vzduchu a vody, výparníky a kondenzátory.

U chladičů a ohříváčů vzduchu se rozlišují tři základní druhy výměníků tepla:

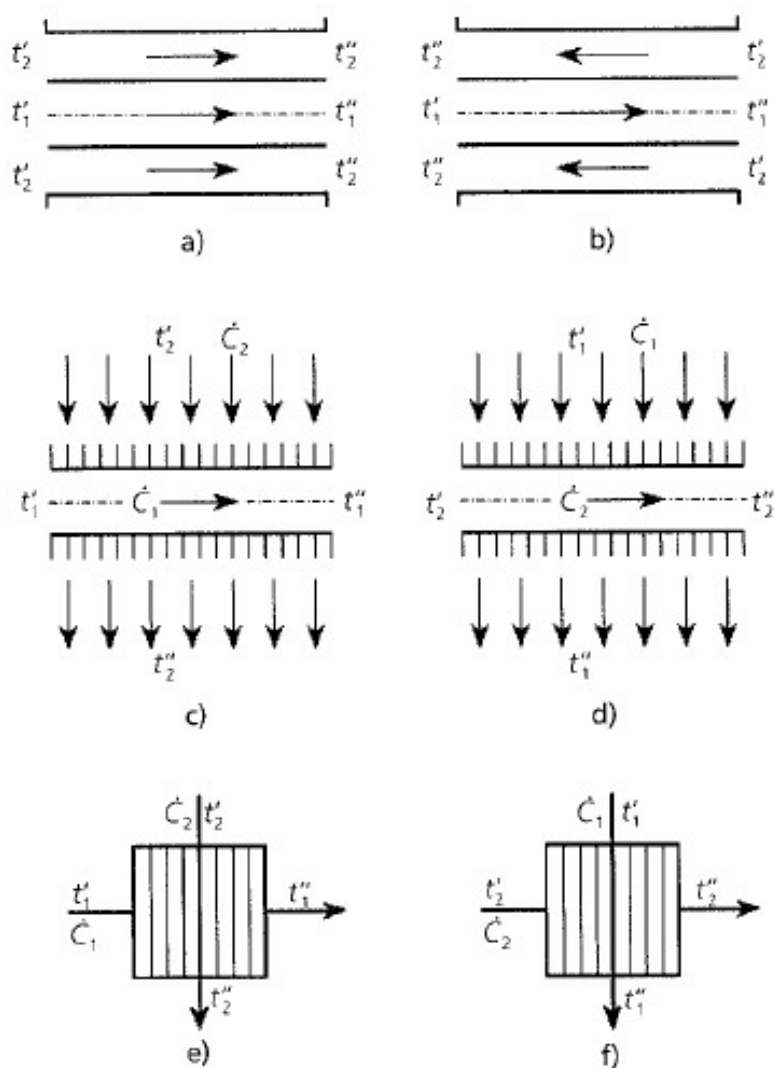
- rekuperační, v nichž obě látky proudí současně a přenos energie z jedné do druhé látky se uskutečňuje stěnou, která je odděluje
- regenerační, v nichž tepelněakumulační výplň výměníku je střídavě (v časových intervalech následujících po sobě) ve styku s ochlazovaným a ohříváním vzduchem. Když je výplň z pórovitého materiálu, současně s teplem se přenáší i vlhkost, v klimatizační technice se takovéto výměníky nazývají entalpické
- směšovací, v nichž přenos tepla mezi látkami provázený přenosem vlhkosti nastává při jejich bezprostředním styku (např. ve sprchových komorách klimatizačního zařízení). Přenosovým povrchem (teplosměnou plochou) je např. povrch vodní blány nebo vodních kapek, které se odpařují v proudu vzduchu

Rekuperační a regenerační výměníky patří do kategorie povrchových, protože přenos tepla je u nich zprostředkován povrchem na tuhé stěně. Směšovací výměníky patří do kategorie kontaktních, protože přenos tepla mezi vzduchem a vodou se uskutečňuje při jejich přímém styku. Ve větracích a klimatizačních zařízeních se nejčastěji vyskytují rekuperační výměníky.

Samotné rekuperační výměníky se navzájem dost odlišují, svými tvary a rozměry a rovněž podle druhu používaných pracovních látek, ale základní pravidla tepelného výpočtu výměníků jsou obvykle společná. [7]

Podle vzájemného směru toku látek ve výměníku existují tři základní průtoková uspořádání. Obě látky proudí:

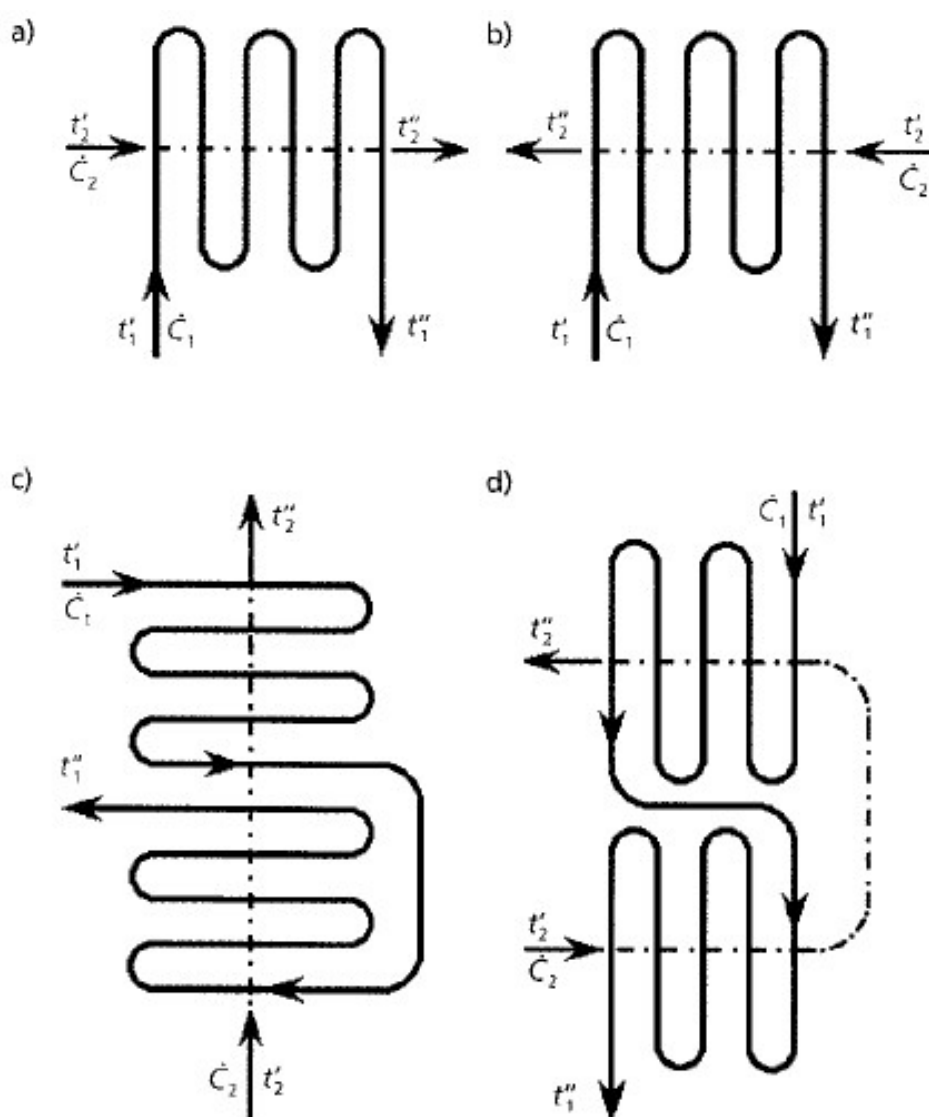
- paralelně a souběžně – souproud – a)
- paralelně a protiběžně – protiproud – b)
- ve vzájemě na sebe příčných směrech – příčný (křížový) proud – c) – f)



**Obrázek 12-** Základní průtoková uspořádání rekuperačních výměníků [7]

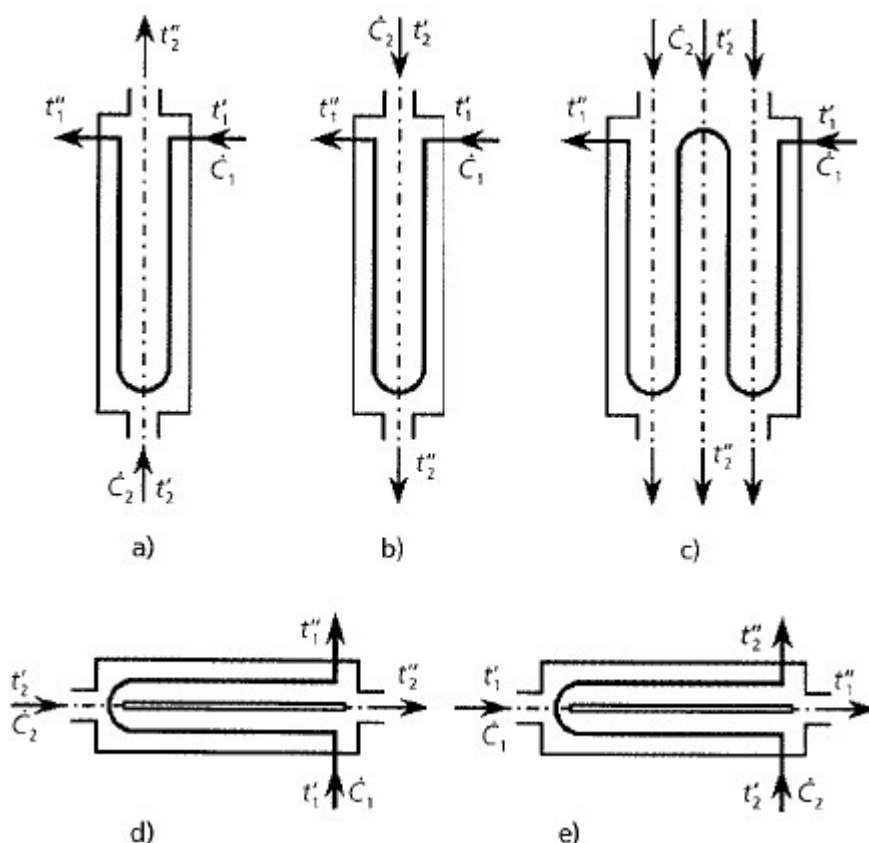
Kromě těchto schémát je celá řada složitějších, vytvořených různými kombinacemi základních schémát.

Je – li u vícenásobného křížového proudu výsledný směr toku látky ve vnitřním tahu (uvnitř trubek) souhlasný se směrem toku látky vevnějším tahu (mezi trubkami), jedná se o křížový souproud (obr- a)), je – li opačný, jde o křížový protiproud (obr. b)). U postupného kombinovaného proudu (obr. c) a d)), představuje vzájemný směr toku látek v jednom úseku křížový souproud a v druhém úseku křížový protiproud. [7]



**Obrázek 13**– Kombinované průtokové uspořádání rekuperačních výměníků [7]

U paralelního kombinovaného proudu je vzájemný směr toku látek rovnoběžný, přičemž určitá část výměníku pracuje v souproudu a jiná v protiproudu.



**Obrázek 14**– Základní schémata paralelního kombinovaného proudu [7]

Souproudé uspořádání je možné pokládat za rovnocenné s protiproudým pouze ve dvou případech. První případ nastává, když změna teploty jedné z látek je velmi malá (limitně nulová, např. při kondenzaci). Druhý případ se může vyskytnout, když změna teplot látek je v porovnání s jejich středním rozdílem teplot velmi malá.

V ostatních případech je za stejných podmínek výkon výměníku při souproudém uspořádání vždy menší než při protiproudém. Z tepelnětechnického hlediska je proto protiproud vždy výhodnější než souproud. Dělicí stěna mezi látkami je však při protiproudu vystavěna vyšším teplotám. [7]



## 1.7 VLHČENÍ VZDUCHU

Potřebu vlhčení vzduchu v interiérech lze stručně zdůvodnit takto: podle výsledků výzkumů a praktických poznatků dosažení 40 až 60% relativní vlhkosti je nevyhnutelným předpokladem pro:

- ochranu dýchacích cest před jejich nepříjemným vysoušením
- předcházení známým chorobám z prochladnutí
- ochranu zařízení bytů a pracoven, např. nábytku, hudebních nástrojů, obrazů, textilií, uměleckých děl v galeriích, muzeích, depozitářích apod. Před jejich poškozením

Udržování předepsané relativní vlhkosti vzduchu v uzavřených prostorech je často nevyhnutelné i pro zabezpečení výrobních a zpracovatelských procesů v průmyslu, zejména textilním, papírenském, polygrafickém, tabákovém, kožařském, farmaceutickém a potravinářském. Chování hygroskopických látek (dřeva, papíru, vlny, bavlny, kůže, tabáku, potravin, různých prášků atd.) závisí na vlhkostních poměrech v místnostech, kde se nacházejí. Pokud obsah vlhkosti v nich není v rovnováze s obsahem vlhkosti ve vzduchu, dochází k jejich vysoušení, což může negativně ovlivňovat jejich zpracování nebo skladování.

Vlhčení vzduchu je vyžadováno také při zpracování syntetických vláken, které se v prostředí bez vyšší vlhkosti (i více než 80%) nedá uskutečnit, neboť vzájemným třením vláken a rovněž jejich třením o kovové součásti strojů by se nabíjela statickou elektřinou s vysokým napětím.

Vzduch je možné vlhčit v klimatizačním zařízení nebo pomocí zvlhčovacích zařízení přímo v prostoru, případně lze kombinovat více způsobů. [7]

### 1.7.1 DRUHY ZVLHČOVACÍCH PŘÍSTROJŮ

Pro vlhčení vzduchu jsou používány tyto soustavy, případně zařízení nebo přístroje:

#### **Vodní:**

- hladinové (miskové odpařovače ve vzduchovodech)
- blánové (pračky s výplní, zvlhčovače s nehybnými nebo otáčivými vložkami)
- rozstřikovací (sprchové komory, dýzové pračky, mechanické kotoučové jednotky)
- rozprašovací (soustavy s dvoulátkovými dýzami voda vzduch)
- ultrazvukové

### Parní:

- připojené na rozvod páry z centrálního zdroje (parního generátoru)
- samostatné elektrické (elektrolytické a varné)

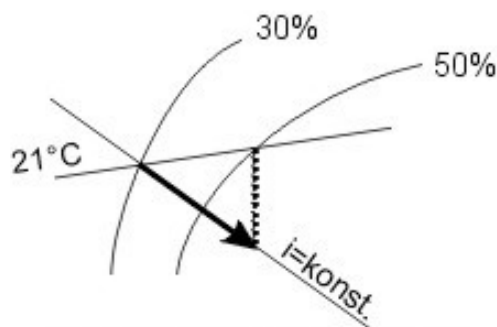
## 1.7.2 VLNČENÍ ROZPRAŠOVANOU VODOU

Rozprašování vody může přinášet těžkosti při řízení teploty. Aby se voda mohla stát párou nebo vlhkostí, potřebuje přijmout teplo asi 2300 kJ/kg. Toto teplo se musí "odčerpat" ze vzduchu, ve kterém by se měla odpařit. Pokud není k dispozici dostatečně rychle potřebné teplo, voda zůstane kapalinou. Tak může dojít ke vzniku nadměrné vlhkosti, voda může ulpívat na površích a činit je nebezpečně kluzkými.

Rozprašovaná voda neobsahuje prakticky žádné teplo potřebné k jejímu vypaření, které si žádá pro zvýšení vlhkosti. Zvlhčování rozprašovanou vodou je považováno za děj při konstantní entalpii (viz obr.). Při změně relativní vlhkosti z 30 na 50% dochází ke snížení teploty suchého teploměru. Pro udržení konstantní teploty je třeba přivést potřebné teplo.

Odezva zvlhčovačů s rozprašováním vody je pomalá, protože před cirkulací zvlhčeného vzduchu musí dojít k vypaření vody. Řízení typu vypnuto/zapnuto znamená nepřesnou reakci na požadavky systému a stále nebezpečí nasycení.

Systémy rozprašování vody mohou šířit mikroorganismy a neodpařená voda se může hromadit v kanálech, v okolí výpustí a na deskách eliminátorů, čímž se podpoří rozvoj bakterií a řas. Dalším problémem je koroze. Ve vývodech, kanálech, na deskách eliminátorů atd. se může hromadit kámen a sedimenty, což může vést ke korozi a vysokým nákladům na údržbu. [11]

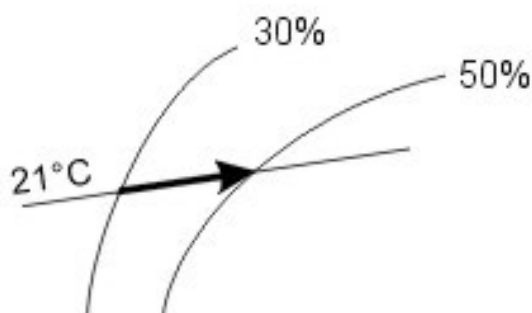


**Obrázek 15** – Vlhčení rozprašovanou vodou – v h-x diagramu [11]

### 1.7.3 PARNÍ VLHČENÍ

Na rozdíl od jiných zvlhčovacích metod, parní zvlhčování má minimální vliv na teplotu suchého teploměru. Parní zvlhčovače uvolňují předem připravenou vodní páru. Ta při míchání se vzduchem nepotřebuje žádné dodatkové teplo. Vysoká teplota páry ( $100^{\circ}\text{C}$ ) může vyvolat dojem, že pára při uvolnění do prostředí zvýší teplotu vzduchu. Ve skutečnosti se při vypouštění páry vytvoří směs páry a vzduchu. V této směsi se teplota páry rychle sníží na teplotu vzduchu.

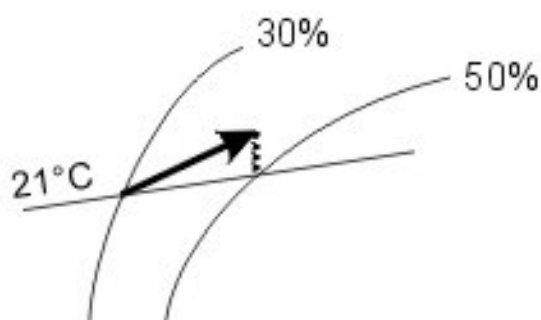
Parní zvlhčování představuje děj za konstantní teploty suchého teploměru. Na obrázku je znázorněn děj, při kterém zůstává teplota suchého teploměru konstantní, přičemž přivedená pára zvyšuje relativní vlhkost z 30 na 50%. Vysvětlení lze nalézt v tom, že pára obsahuje nezbytné teplo pro zvýšení relativní vlhkosti bez zvýšení nebo snížení teploty suchého teploměru. Skutečné výsledky ukazují při vysokém tlaku páry nebo při velkém zvyšování relativní vlhkosti (o více než 50%), že zvýšení teploty suchého teploměru se pohybuje od  $0.5^{\circ}\text{C}$  do  $1^{\circ}\text{C}$ . [11]



**Obrázek 16** – Vlhčení parou – v h-x diagramu [11]

## 1.7.4 VLHČENÍ PROSTŘEDNICTVÍM ODPAŘOVACÍCH PÁNVÍ

Vlhčení pomocí odpařovací pánve může zvýšit teplotu suchého teploměru, jak to ukazuje h-x diagram. Tato nechtěná změna teploty se může stát při půchodu vzduchu horkou odpařovací pánví. Toto zvýšení teploty může ovlivnit požadované parametry výstupu a zvýšit potřebu dalšího vlhčení. Z h-x diagramu je patrné, že vlhčení odpařovací pánví není proces za konstantní teploty.



**Obrázek 17** – Vlhčení prostřednictvím odpařovacích pánví – v h-x diagramu [11]







**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

*BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY*

**FAKULTA STAVEBNÍ**

*FACULTY OF CIVIL ENGINEERING*

**ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**

*INSTITUTE OF BUILDING SERVICES*

**VZDUCHOTECHNIKA MULTIFUNKČNÍ BUDOVY**

*AIR CONDITION OF MULTIFUNCTION BUILD*

## **B – VÝPOČTOVÁ ČÁST**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

*BACHELOR'S THESIS*

**AUTOR PRÁCE**

*AUTHOR*

Daniel Vozák

**VEDOUCÍ PRÁCE**

*SUPERVISOR*

Ing. Pavel Uher, Ph.D.

## **2. ANALÝZA OBJEKTU**

### **2.1 POPIS OBJEKTU**

Řešený objekt je koncipován jako multifunkční budova v městě Nejdek v Karlovarském kraji. Budova je rozdělena do tří nadzemních podlaží. V prvním nadzemním podlaží je umístěn supermarket a technické zázemí objektu. V druhém, řešeném, podlaží jsou prostory restaurace, sportovní hala, posilovna, zázemí sportovišť a strojovna vzduchotechniky. Ve třetím nadzemním podlaží se nachází bowlingová dráha, hygienické prostory, kancelářské prostory, posilovna, tribuny ke sportovní hale a chodba.

Tento projekt řeší pouze prostory druhého nadzemního podlaží. Toto podlaží se dělí do tří funkčních celků, kterými jsou restaurace, sportovní hala a posilovna se zázemím. Restaurace má svůj samostatný vstup ze severovýchodní strany a společný vstup i pro ostatní prostory ze schodiště z jihovýchodní strany.

### **2.2 KONSTRUKČNÍ SYSTÉM**

Konstrukční systém budovy je skeletový, kde skelet je vyhotoven z monolitických železobetonových dílců s prostory mezi nimi jsou vyzděny z pálených cihelných bloků Porotherm 30 P+D na tenkovrstvou maltu Porotherm. Prostory v prvním i třetím nadzemním podlaží jsou navrženy jako pobytové, čili se vodorovné konstrukce při výpočtu tepelných ztrát zanedbávají. V druhém nadzemním podlaží, které tento projekt řeší, je v prostorách restaurace, posilovny, zázemí, chodby a strojovny vzduchotechniky, konstrukční výška 3,8 m a světlá výška 3,45 m. Ve všech těchto prostorách, kromě strojovny, je ve výšce 3,0 m instalován sádkokartonový podhled. Sportovní hala zasahuje přes třetí nadzemní podlaží na střechu objektu. Její konstrukční výška činí 11,35 m a světlá výška 8,85 m.



## 2.3 ROZDĚLENÍ NA FUNKČNÍ CELKY

Z pohledu návrhu vzduchotechnických systémů je třeba toto řešené podlaží rozdělit na tři funkční celky.

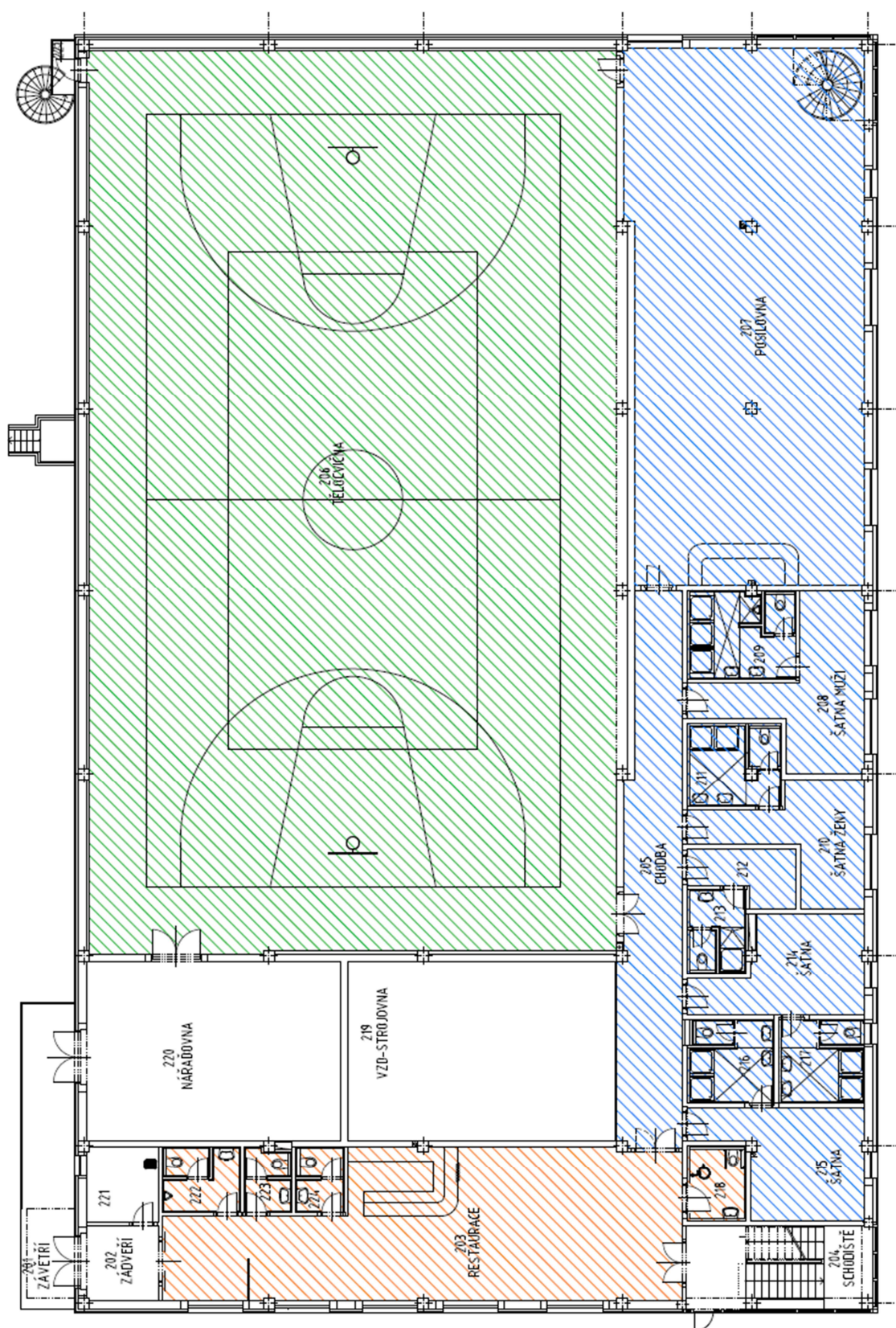
Jako první funkční celek je restaurace bez přípravy teplých pokrmů s přilehlými hygienickými místnostmi. Tento celek bude odvětráván pomocí zařízení č. 1

Druhý funkční celek je sportovní hala. Tento celek bude řešen pomocí zařízení č. 2

Třetím celkem je posilovna a všechna zázemí k ní přilehlá včetně zázemí pro sportovní halu. Tento celek bude řešen pomocí zařízení č. 3

Číslo místnosti	Název místnosti	Plocha	Světlá výška	Objem
		[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m <sup>3</sup> ]
Zařízení č. 1 - Nucené restaurace				
203	Restaurace	86,7	3,0	260,0
218	WC invalidé	5,8	3,0	17,3
222	WC muži	6,2	3,0	18,6
223	WC ženy	3,9	3,0	11,7
224	WC personál	4,1	3,0	12,2
Zařízení č. 2 -Klimatizace sportovní haly				
206	Sportovní hala	636,8	8,85	5635,9
Zařízení č.3 - Nucené větrání posilovny a zázemí				
205	Chodba	39,6	2,0	79,2
207	Posilovna	167,1	3,0	501,3
208	Šatna muži	21,9	3,0	65,6
209	WC + sprchy	12,3	3,0	36,8
210	Šatna ženy	16,6	3,0	49,9
211	WC + sprchy	9,8	3,0	29,5
212	Šatna	6,6	3,0	19,8
213	WC + sprchy	6,3	3,0	19,0
214	Šatna	17,9	3,0	53,6
217	WC + sprchy	9,4	3,0	28,2
215	Šatna	19,5	3,0	58,4
216	WC + sprchy	9,2	3,0	27,5

**Tabulka 1** – Prostorové parametry



**Obrázek 18** – Rozdělení funkčních celků

### 3. TEPELNÉ BILANCE

#### 3.1 TEPELNÁ ZTRÁTA OBJEKTU

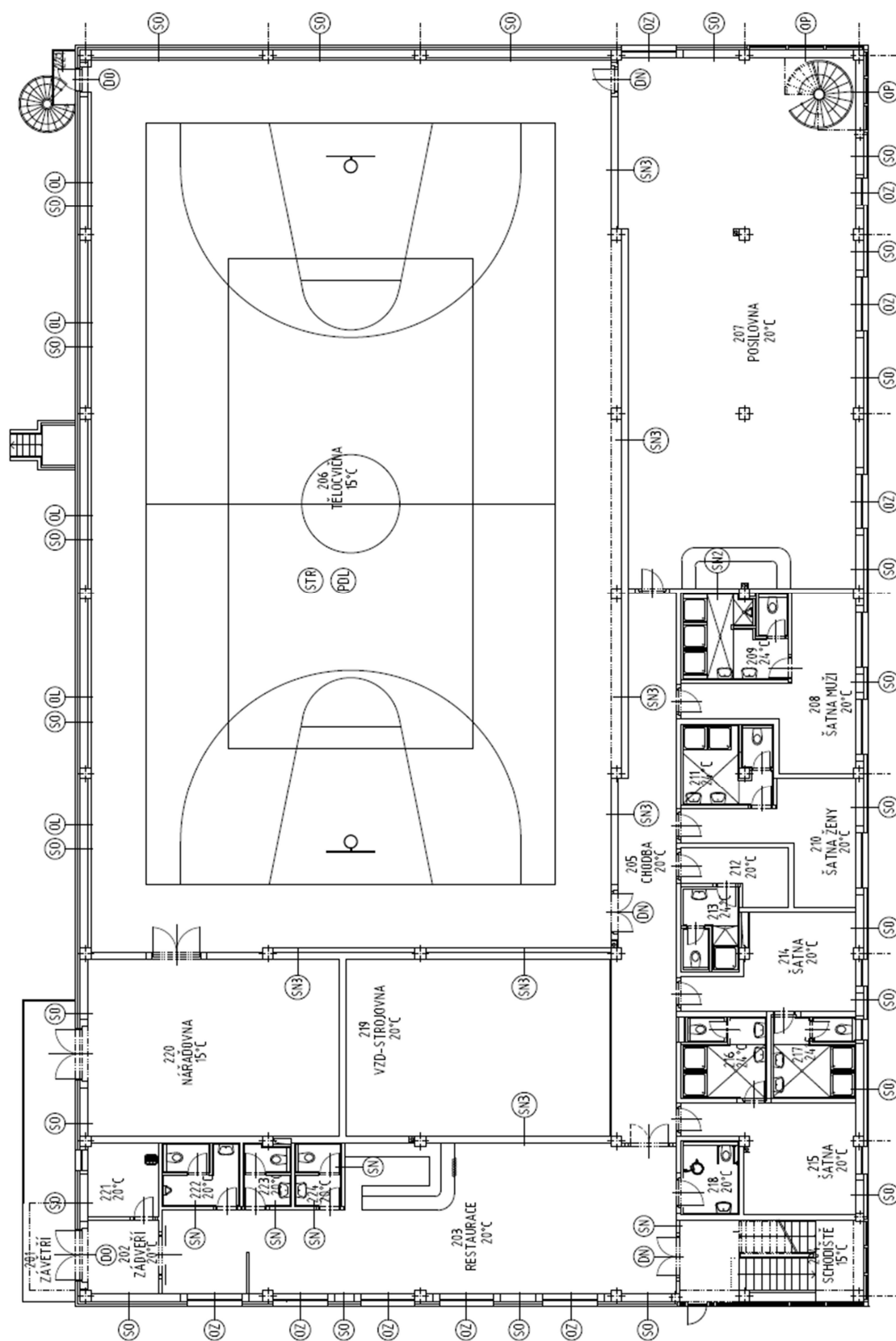
##### 3.1.1 SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA KONSTRUKCÍ

Výpočet součinitele prostupu tepla byl proveden pomocí internetového kalkulátoru na stránkách [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz). Ten se nachází v sekci vytápění, kde je zařazen do oddílu výpočtů pod názvem – Prostup tepla více vrstvou konstrukcí. V kalkulátoru byly pro správný výpočet nastaveny hodnoty umístění stavby a nadmořská výška na Karlovy Vary a 553,5 m.n.m.. Dále byla potřeba zadat teplota místnosti, které jsou uvedeny v obrázku – Rozmístění konstrukcí.

Po dosazení těchto hodnot byly doplněny materiály jednotlivých vrstev a jejich tloušťky pro všechny konstrukce. Poté byly provedeny výpočty pro veškeré konstrukce a získány hodnoty součinitelů prostupů tepla. Dosažené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 2 – Součinitele prostupu tepla

Číslo konstrukce	Název konstrukce	$U_k$ [W/m <sup>2</sup> K]
SO	Stěna ochlazovaná	0,22
OZ	Okno zdvojené	1,25
OP	Okenní pás	1,5
SN	Porotherm 11,5 P+D	1,8
SN2	Porotherm 17,5 P+D	1,46
SN3	Porotherm 24 P+D	1,32
DO	Dveře ochlazované	1,25
DN	Dveře vnitřní	1,25
STR	Střecha nad halou	0,21
PDL	Podlaha pod halou	0,39
OL	Okno luxférové	2,34

**Tabulka 2** – Součinitele prostupu tepla



**Obrázek 19 – Rozmístění konstrukcí**

### 3.1.2 TEPELNÉ ZTRÁTY

V řešeném objektu je ve sportovní hale zamýšleno teplovzdušné vytápění. Z toho důvodu je potřeba vypočítat velikost tepelných ztrát v této místnosti. Pro tento výpočet, je dle krajinné oblasti, určena venkovní teplota  $t_e = -17\text{ °C}$  a vnitřní teplota v zimním období pro tuto místnost  $15\text{ °C}$ . Tepelná ztráta větráním se zanedbává, protože bude pokryta vzduchotechnickou jednotkou zařízení č.2.

Místnost:	206	Výp. t. místnosti	15 °C				
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>kc</sub> ·e <sub>k</sub>
SO	Stěna ochlazovaná	362,278	0,22	0,02	0,24	1,00	86,95
OL	Okno luxférové	142,600	2,34	0	2,34	1,00	333,68
DO	Dveře ochlazované	1,818	1,25	0	1,25	1,00	2,27
STR2	Střecha nad halou	630,720	0,21	0	0,21	1,00	132,45
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí H <sub>T,ie</sub> =							555,35
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>kc</sub> ·b <sub>u</sub>
SO	Stěna ochlazovaná	18,225	0,22	0,02	0,24	1,00	4,37
DO	Dveře ochlazované	4,200	1,25	0	1,25	1,00	5,25
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor H <sub>T,iue</sub> =							9,62
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis			A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>kc</sub> ·f <sub>ij</sub>
SN2	Stěna neochlazovaná			91,015	1,46	-0,16	-20,76
DN	Dveře vnitřní			1,818	1,25	-0,16	-0,36
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. H <sub>T,ij</sub> =							-21,12
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H <sub>T,i</sub> = H <sub>T,ie</sub> + H <sub>T,iue</sub> + H <sub>T,ij</sub> + H <sub>T,ig</sub>							543,86
θ <sub>int,i</sub>	θ <sub>e</sub>	θ <sub>int,i</sub> - θ <sub>e</sub>	H <sub>T,i</sub>	Návrhová ztráta prostupem Φ <sub>T,i</sub> (W)			
15	-17	32	543,86	17403,54			
Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost 206					17404 W		
Φ <sub>HL,i</sub> [W] = Φ <sub>T,i</sub> + Φ <sub>V,i</sub> + Φ <sub>RH</sub> =							

Tabulka 3 – Tepelná ztráta místnosti č. 206

### 3.2 TEPELNÁ ZÁTĚŽ

Pro získání hodnot tepelné zátěže místností, které budou vzduchotechnicky chlazeny, je zapotřebí provést výpočet. Vzorový výpočet je zde uveden pro místnost č. 206 – Sportovní hala. V této místnosti je celá tepelná zátěž odváděna pomocí vzduchotechnické jednotky.

#### Vstupní hodnoty:

Účel místnosti: Tělocvična

Rozměry místnosti: plocha	S=	626,5	m <sup>2</sup>
světla výška	s.v.=	8,85	m

Otvory:	Okna	
počet:	5	ks
rozměr	a=	6,20 m
	b=	4,60 m

šířka rámu:	š.r.=	0,00 m
-------------	-------	--------

výška zasklení:	l <sub>a</sub> =	6,20 m
-----------------	------------------	--------

šířka zasklení:	l <sub>b</sub> =	4,60 m
-----------------	------------------	--------

odstup od svislé stínící překážky:	f=	0,00 m
------------------------------------	----	--------

odstup od vodor. stínící překážky:	g=	0,00 m
------------------------------------	----	--------

hloubka okna (venkovní nadpraží):	c=	0,16 m
-----------------------------------	----	--------

hloubka okna (venkovní ostění)	d=	0,16 m
--------------------------------	----	--------

součinitel protupu tepla	U <sub>o</sub> =	2,34 W/Km <sup>2</sup>
--------------------------	------------------	------------------------

celková plocha	S <sub>ok</sub> =	28,52 m <sup>2</sup>
----------------	-------------------	----------------------

Tyto okna jsou umístěny na severozápadní stěně objektu, a podle tabulky č.10 normy ČSN 730548 [x] je maximální intenzita sluneční radiace I<sub>o</sub> na této světové straně v 17 hodin.

intenzita slunečního záření:	I <sub>o</sub> =	361 W/m
------------------------------	------------------	---------

intenzita difuzní radiace:	I <sub>diff</sub> =	80 W/m
----------------------------	---------------------	--------

výška slunce nad obzorem:	h=	25 °
---------------------------	----	------

sluneční azimut:	α=	272 °
------------------	----	-------

azimut stěny:	γ=	315 °
---------------	----	-------

### 3.2.1 TEPELNÁ ZÁTĚŽ OKNY

$$e_1 = c * \tan |\alpha - \gamma| \text{ [m]} \quad (1.1)$$

$$e_2 = d * [(\tan h) / (\cos |\alpha - \gamma|)] \text{ [m]} \quad (1.2)$$

$e_1$	vodorovný stín
$e_2$	svislý stín
$c$	hloubka okna (venkovní nadpraží)
$d$	hloubka okna (venkovní ostění)
$h$	výška slunce nad obzorem
$\alpha$	sluneční azimut
$\gamma$	azimut stěny

$$\mathbf{e_1 = 0,24 \text{ m} \quad e_2 = 0,1 \text{ m}}$$

#### OSLUNĚNÁ ČÁST OKNA

$$S_{os} = [l_a - (e_1 - f)] * [l_b - (e_2 - g)] \text{ [m}^2\text{]} \quad (1.3)$$

$l_a$	výška zasklení
$l_b$	šířka zasklení
$f$	odstup od svislé stínící překážky (šířka rámu)
$g$	odstup od vodorovné stínící překážky (šířka rámu)

$$\mathbf{S_{os} = 26,81 \text{ m}^2}$$

#### TEPELNÝ ZISK SLUNEČNÍ RADIACÍ

$$O_{or} = [S_{os} * I_o * c_o + (S_o - S_{os}) * I_{o \text{ dif}}] * s \text{ [W]} \quad (1.4)$$

$S_{os}$	osluněná plocha okna (m <sup>2</sup> )
$S_o$	plocha zasklení (m <sup>2</sup> )
$I_o$	intenzita sluneční radiace pro danou denní dobu (W/m <sup>2</sup> )
$I_{o \text{ dif}}$	intenzita difúzní sluneční radiace (W/m <sup>2</sup> )
$c_o$	korekce na čistotu atmosféry ( $c_o = 0,85$ )
$s$	stínící součinitel (0,9 (dvojitě sklo) * 0,15 (vnější žaluzie) )

$$O_{or}/1 = 1129 \text{ W}$$

$$\mathbf{O_{or} = 5645 \text{ W}}$$

## TEPLENÉ ZISKY OKEN KONVEKCIÍ

$$O_{Ok} = S_{Ok} * U_W * (t_e - t_i) \text{ [W]} \quad (1.5)$$

$S_{Ok}$  plocha okna ( $m^2$ )

$U_W$  součinitel prostupu tepla okna ( $W/m^2 \cdot K$ )

$t_e$  teplota vnějšího vzduchu pro určenou denní dobu ( $t_e = 46,4^\circ C$ )

$$O_{Ok/1} = 1361 \text{ W}$$

$$\mathbf{O_{Ok/1} = 6807 \text{ W}}$$

## CELKOVÁ TEPELNÁ ZÁTĚŽ OKNY

$$O_O = O_{Or} + O_{Ok} \text{ [W]}$$

$$\mathbf{O_O = 12452 \text{ W}}$$

## 3.2.2 TEPELNÁ ZÁTĚŽ VNĚJŠÍCH KONSTRUKCÍ

### TEPELNÁ ZÁTĚŽ OD VNĚJŠÍCH STĚN (STŘEDNĚ TĚŽKÉ STĚNY)

$$Q_S = U_S * S * [(t_{rm} - t_i) + m * (t_{r\psi} - t_{rm})] \text{ [W]} \quad (1.6)$$

$U_S$  součinitel prostupu tepla stěny ( $W/m^2 \cdot K$ )

$S$  plocha stěny s odečtenou plochou oken ( $m^2$ )

$t_{rm}$  průměrná sluneční teplota vnějšího vzduchu za 24 hod. ( $^\circ C$ )

$t_i$  teplota vnitřního vzduchu ( $^\circ C$ )

$m$  součinitel zmenšení teplotního kolísání

$t_{r\psi}$  rovnocenná sluneční teplota v době o  $\psi$  hodin dřív

$$m \doteq [(1 + 7,6 * \delta) / (2500^\delta)]$$

$$\mathbf{m \doteq 0,123}$$

$$\psi \doteq 32\delta - 0,5 \text{ [h]}$$

$$\mathbf{\psi \doteq 14,22 \text{ h}}$$

$$U_S = 0,22 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

$$S = 41,43 \text{ m}^2$$

$$t_{rm} = 30,2 \text{ }^\circ C$$

$$t_{r\psi} = 30,98 \text{ }^\circ C$$

$$\mathbf{Q_{S(sZ)} = 11 \text{ W}}$$

$$\mathbf{Q_{S(sV)} = 13 \text{ W}}$$

### TEPELNÁ ZÁTĚŽ OD STŘECHY (STŘEDNĚ TĚŽKÁ KONSTRUKCE)



$$Q_{STR} = U_S * S * [(t_{rm} - t_i) + m * (t_{r\psi} - t_{rm})] \quad [W] \quad (1.7)$$

$U_S$  součinitel prostupu tepla stěny ( $W/m^2 \cdot K$ )  
 $S$  plocha stěny s odečtenou plochou oken ( $m^2$ )  
 $t_{rm}$  průměrná sluneční teplota vnějšího vzduchu za 24 hod. ( $^{\circ}C$ )  
 $t_i$  teplota vnitřního vzduchu ( $^{\circ}C$ )  
 $m$  součinitel zmenšení teplotního kolísání  
 $t_{r\psi}$  rovnocenná sluneční teplota v době o  $\psi$  hodin dřív

$$m \doteq [(1+7,6 * \delta) / (2500\delta)]$$

$$m \doteq 0,314$$

$$\psi \doteq 32\delta - 0,5 \quad [h]$$

$$\psi \doteq 9,1 \quad h$$

$$U_S = 0,21 \quad W/m^2 \cdot K$$

$$S = 630,72 \quad m^2$$

$$t_{rm} = 35,3 \quad ^{\circ}C$$

$$t_{r\psi} = 40 \quad ^{\circ}C$$

$$Q_{STR} = 4763 \quad W$$

CELKOVÁ ZÁTĚŽ VNĚJŠÍCH KONSTRUKCÍ

$$Q_K = Q_{S(SZ)} + Q_{S(SV)} + Q_{STR}$$

$$Q_K = 4787 \quad W$$

### 3.2.3 TEPELNÁ ZÁTĚŽ VNITŘNÍCH KONSTRUKCÍ

TEPELNÁ ZÁTĚŽ OD VNITŘÍCH STĚN

$$Q_{Si} = U_{Si} * S * (t_{io} - t_i) \quad [W] \quad (1.8)$$

$U_{Si}$  součinitel prostupu tepla stěny ( $W/m^2 \cdot K$ )  
 $S$  plocha stěny s odečtenou plochou otvorů ( $m^2$ )  
 $t_{io}$  teplota ve vedlejší místnosti ( $^{\circ}C$ )

$$U_S = 1,32 \quad W/m^2 \cdot K$$

$$S = 344,3 \quad m^2$$

$$t_{io} = 28 \quad ^{\circ}C$$

$$Q_{Si} = 909 \quad W$$

TEPELNÁ ZÁTĚŽ OD VNITŘÍCH DVEŘÍ

$$Q_{Di} = U_{Di} * S * (t_{io} - t_i) \quad [W] \quad (1.9)$$

$U_{Di}$  součinitel prostupu tepla dveří (W/m<sup>2</sup>\*K)

$S$  plocha stěny s odečtenou plochou otvorů (m<sup>2</sup>)

$t_{io}$  teplota ve vedlejší místnosti (°C)

$$U_{Di} = 1,25 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

$$S = 3,5 \text{ m}^2$$

$$t_{io} = 28 \text{ } ^\circ C$$

$$Q_{Si} = 9 \text{ W}$$

CELKOVÁ TEPELNÁ ZÁTĚŽ OD VNITŘÍCH KONTRUKCÍ

$$Q_{Ki} = \Sigma Q_{Si} + Q_{Di}$$

$$Q_{Ki} = 918 \text{ W}$$

### 3.2.4 PRODUKCE TEPLA OD LIDÍ

$$Q_I = n_I * q_{Im} \quad [W] \quad (1.10)$$

$n_I$  počet osob

$q_{Im}$  produkce citelného tepla lidmi pro různé teploty a různé činnosti dle tab. 6 normy ČSN 73 0548 (W/os)

$q_{Im1}$  sedící osoby – 130 W

$q_{Im2}$  sportující osoby – 280 W

$n_{I1}$  počet sedících osob – 50

$n_{I2}$  počet sedících osob – 20

$$Q_I = 12100 \text{ W}$$

### 3.2.5 TEPELNÁ PRODUKCE SVÍTIDEL

TEPELNÁ ZÁTĚŽ OD VNITŘÍCH DVEŘÍ

$$Q_{sv} = S_s * P_s * c_1 * c_2 \quad [W] \quad (1.11)$$

$S_s$  podlahová ploha zmenšená přirozeně osvětlenou plochu ( $m^2$ )

$P_s$  výkon osvětlení vztažená k podlahové ploše ( $W \cdot m^2$ )

$c_1$  součinitel současnosti používání svítidel (-)

$c_2$  zbytkový součinitel (-)

$$S_s = 292,04 \, m^2$$

$$P_s = 15 \, W/m^2$$

$$c_1 = 0,7$$

$$c_2 = 1$$

$$Q_{sv} = 3066 \, W$$

### 3.2.6 VODNÍ ZISKY

$$M_w = n_l * m_{jw} \quad [g/h]$$

$m_{jw}$  produkce vodní páry na jednu osobu dle teploty a činnosti uvedené v tabulce 6 normy ČSN 73 0548 (g/h)

$n_l$  počet osob

$m_{jw} = 79 \, g/h$  – sedící osoby

$273 \, g/h$  – sportující osoby

$$M_w = 9410 \, g/h = 2,61 \, g/s$$

### 3.2.7 CELKOVÁ TEPELNÁ ZÁTĚŽ

$$Q_L = Q_{or} + Q_{ok} + Q_S + Q_{sj} + Q_I + Q_{sv} + Q_n$$

<b>Tepelná zátěž okny:</b>	<b><math>Q_o = 12452</math> W</b>
<b>Tepelná zátěž vnějších konstrukcí</b>	<b><math>Q_K = 4787</math> W</b>
<b>Tepelná zátěž vnitřních konstrukcí</b>	<b><math>Q_{ki} = 918</math> W</b>
<b>Tepelná produkce od lidí</b>	<b><math>Q_I = 12100</math> W</b>
<b>Tepelná produkce od svítidel</b>	<b><math>Q_{sv} = 3066</math> W</b>
<b>Vodní zisky</b>	<b><math>M_w = 2,61</math> g/s</b>
 <b>Celková tepelná zátěž:</b>	 <b><math>Q_L = 33323</math> W</b>

Číslo místnosti	Název	Plocha	Počet osob	Tepelné zisky okny	Tepelné zisky konstrukcemi	Tepelné zisky od lidí	Tepelné zisky od svítidel	Tepelné zisky celkem	Vodní zisky
		[m <sup>2</sup> ]	[ks]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[g/s]
203	Restaurace	87,3	32	970	23	3840	319	5152	0,71
206	Sportovní hala	626,5	70	12452	5705	12100	3066	33323	2,61
207	Posilovna	167,1	20	1950	384	5000	1170	8504	1,52

**Tabulka 4** – Tepelná zátěž

## 4. PRŮTOKY VZDUCHU A TLAKOVÉ POMĚRY

Místnost										Vypočtené hodnoty																					
										Léto					Zima					Tepelná bilance					Přívod					Odvod	
Číslo místnosti	Název místnosti	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Světla výška [m]	Objem [m <sup>3</sup> ]	Počet osob [-]	Dávka vzduchu na osobu [m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> ]	Pož. intenzita výměny [h <sup>-1</sup> ]	t <sub>i</sub>		φ <sub>i</sub>		Vodní zisky [gs <sup>-1</sup> ]	Tepelné zisky [W]	Tepelná ztráta [W]	Čerstvý vzduch [m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> ]	Přívod v létě V <sub>pr</sub>		Přívod v zimě V <sub>pr</sub> [m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> ]	Léto [°C]	Zima [°C]	Odvlhčení [g/kg]	Výměna [h <sup>-1</sup> ]	Odvod v létě V <sub>pr</sub> [m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> ]	Odvod v zimě V <sub>pr</sub> [m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> ]							
								°C	°C	%	%																				
Zařízení č. 1 - Nucené větrání restaurace																															
203	Restaurace	86,7	3,0	260,0	32	25	3,0	26	50	20	40	0,71	5152	-	800	800	800	800	18	-	1,699	3,1	460	460							
218	WC invalidé	5,8	3,0	17,3	-	-	-	-	-	20	40	-	-	-	0	0	0	0	-	-	-	-	80	80							
222	WC muži	6,2	3,0	18,6	-	-	-	-	-	20	40	-	-	-	0	0	0	0	-	-	-	-	100	100							
223	WC ženy	3,9	3,0	11,7	-	-	-	-	-	20	40	-	-	-	0	0	0	0	-	-	-	-	80	80							
224	WC personál	4,1	3,0	12,2	-	-	-	-	-	20	40	-	-	-	0	0	0	0	-	-	-	-	80	80							
Zařízení č. 2 - Klimatizace sportovní haly																															
206	Sportovní hala	636,8	8,85	5635,9	70	70	3,0	26	50	20	40	2,6	33323	17404	4900	12600	12600	12600	18,0	24,1	0,6	2,2	12600	12600							
Zařízení č.3 - Nucené větrání posilovny a zázemí																															
205	Chodba	39,6	2,0	79,2	-	-	2,0	-	50	20	40	-	-	-	250	250	250	250	-	20,0	-	-	3,2	250	250						
207	Posilovna	167,1	3,0	501,3	20	90	3,0	-	50	20	40	1,52	8504	-	1800	1800	1800	1800	-	20,0	1,50	3,6	1800	1800							
208	Šatna muži	21,9	3,0	65,6	12	50	0,5	-	50	20	40	-	-	-	600	600	600	600	-	20,0	-	-	9,1	165	165						
209	WC+sprchy	12,3	3,0	36,8	-	-	-	-	50	20	40	-	-	-	-	-	-	-	-	20,0	-	-	11,8	435	435						
210	Šatna ženy	16,6	3,0	49,9	8	50	0,5	-	50	20	40	-	-	-	400	400	400	400	-	20,0	-	-	8,0	90	90						
211	WC+sprchy	9,8	3,0	29,5	-	-	-	-	50	20	40	-	-	-	-	-	-	-	-	20,0	-	-	10,5	310	310						
212	Šatna	6,6	3,0	19,8	2	50	0,5	-	50	20	40	-	-	-	180	180	180	180	-	20,0	-	9,1	0	0	0						
213	WC+sprchy	6,3	3,0	19,0	-	-	-	-	50	20	40	-	-	-	-	-	-	-	-	20,0	-	-	9,5	180	180						
214	Šatna	17,9	3,0	53,6	10	50	0,5	-	50	20	40	-	-	-	500	500	500	500	-	20,0	-	9,3	190	190							
217	WC+sprchy	9,4	3,0	28,2	-	-	-	-	50	20	40	-	-	-	-	-	-	-	-	20,0	-	-	11,0	310	310						
215	Šatna	19,5	3,0	58,4	10	50	0,5	-	50	20	40	-	-	-	500	500	500	500	-	20,0	-	8,6	190	190							
216	WC+sprchy	9,2	3,0	27,5	-	-	-	-	50	20	40	-	-	-	-	-	-	-	-	20,0	-	-	11,3	310	310						

Tabulka 5 – Průtoky vzduchu a tlakové poměry



## 5. DISTRIBUČNÍ ELEMENTY

V řešeném objektu jsou dle potřeby použití navrženy čtyři typy distribučních elementů. Pro místnost restaurace jsou pro přívod zvoleny vířivé vyústky pro jejich tangenciálně radiální proudění vzduchu. Tyto vyústky jsou také navrženy v místnosti posilovny na obou stranách distribuce vzduchu. V hygienických místnostech a místnosech záznené jsou pro distribuci vzduchu navrženy přívoní a odvodní talířové ventily. Ve sporotovně jsou pro přívod vzduchu navrženy velkoplošné vyústky a na straně odvodu jsou navrženy potrubní mřížky s regulačními náběhy.

### 5.1 VÍŘIVÉ VYÚSTKY

Výrobce navrhaných vířivých vyústek je vybrána firma Systemair, a.s.

Vzorový návrh vířivé vyústky je v místnosti č. 203 – Restaurace.

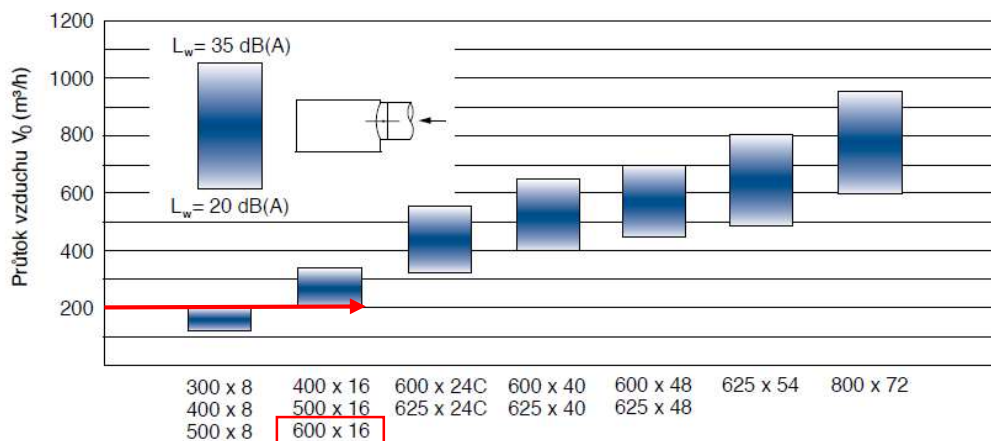
#### Vstupní hodnoty:

Množství přiváděného vzduchu: **800** m<sup>3</sup>/h

Počet vyústek: **4** ks

#### Návrh:

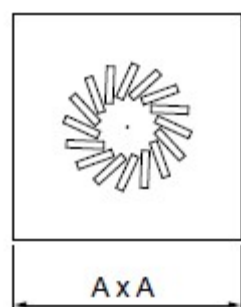
Průtok jednou vířivou výstkou: **200** m<sup>3</sup>/h



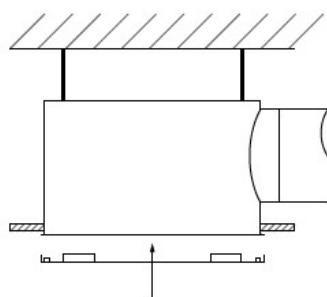
Obrázek 20 – Rychlý výběr VVKR – A [12]

Navrhl jsem přívodní vířivou vyústku **VVKR-A-S-600-16-B-RAL9010**

Plenum box **PB-VVK-S-600-600-S-H**

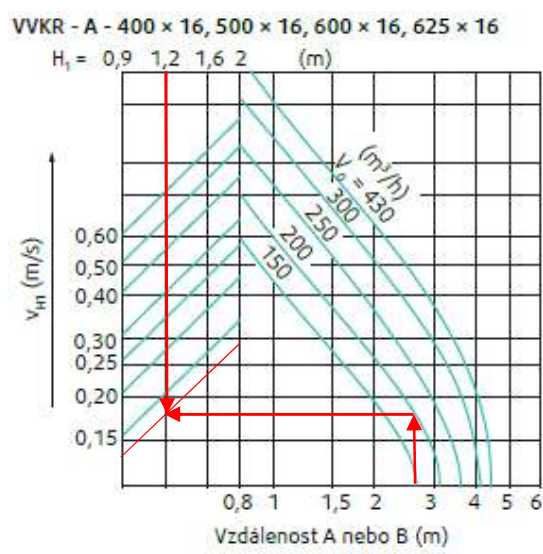
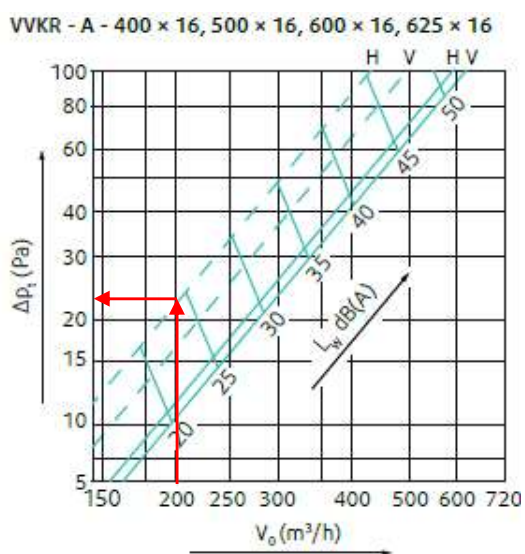


VVKR-A-S-600-16



**Obrázek 21** – Nákres navrhované lamely a umístění v pohledu [12]

Pro zvolené vířivé vyústky je dále potřeba z grafů dodaných výrobcem určit tlakovou ztrátu, akustickou hladinu a rychlost proudu vzduchu v pobytové zóně. Nepříznivější vzdálenost je mezi vyústkou a stěnou a činí 2,7m.



**Obrázek 22** – Návrhové diagramy vířivé vyústky [12]



## 5.2 TÁLÍŘOVÉ VENTILY

Talířové ventily jsou navrženy od firmy Systemair, a.s.

Vzorový návrh talířových ventilů je pro místnost č. 215 - Šatna

### Vstupní hodnoty:

Množství přiváděného vzduchu: **500** m<sup>3</sup>/h

Počet vyústek: **4** ks

Množství odváděného vzduchu: **190** m<sup>3</sup>/h

Počet vyústek: **2** ks

### Návrh:

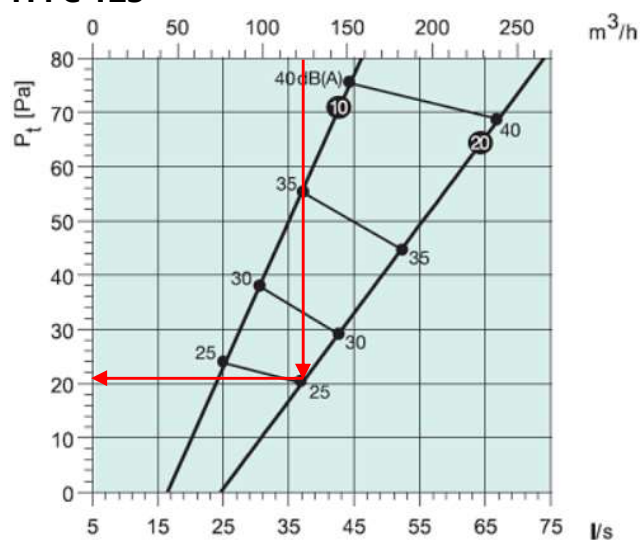
Průtok jedním přívodním ventilem: **125** m<sup>3</sup>/h

Průtok jedním odvodním ventilem: **95** m<sup>3</sup>/h



**Obrázek 23** – Přívodní a odvodní talířové ventily [13]

### Přívodní ventil TFFC 125



**Obrázek 24** – Diagram přívodního talířového ventilu [13]

## Odvodní ventil **EFF 125**

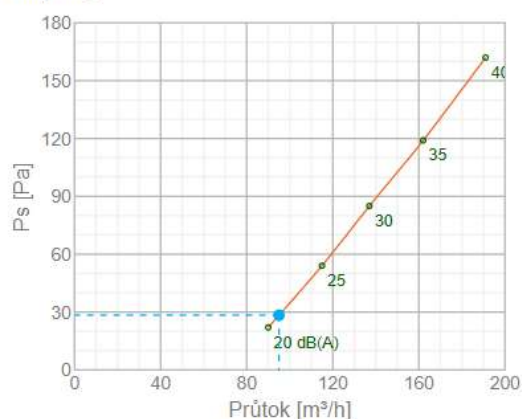
Požadovaný pracovní bod

Průtok vzduchu

95

m<sup>3</sup>/h

### Diagramy



### Technické údaje

	Požadovaný bod	Pracovní bod			
	Průtok vzduchu [m <sup>3</sup> /h]	Průtok [m <sup>3</sup> /h]	Ps [Pa]	Lp [dB(A)]	L (0,2 m/s) [(0,2 m/s) m]
<b>Uživatel</b>	95	95	28,4	21	-1

**Obrázek 25** – Diagram odvodního talířového ventilu [14]

## 5.3 VELKOOBJEMOVÉ VYÚSTKY

Velkoobjemové vyústky jsou navrženy od firmy Systemair, a.s.

Vzorový návrh velkoobjemových vyústek je pro místnost č. 206 – Sportovní hala

### Vstupní hodnoty:

Množství přiváděného vzduchu: **12600** m<sup>3</sup>/h

Počet vyústek: **8+4** ks

Množství odváděného vzduchu: **12600** m<sup>3</sup>/h

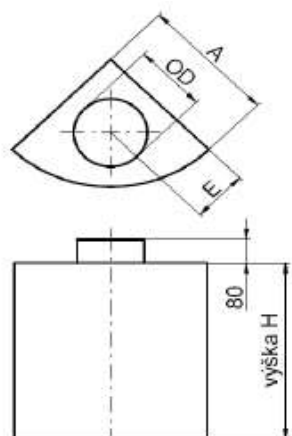
Počet vyústek: **10** ks

### Návrh:

Průtok jedním přívodním ventilem: **8x 1225** m<sup>3</sup>/h

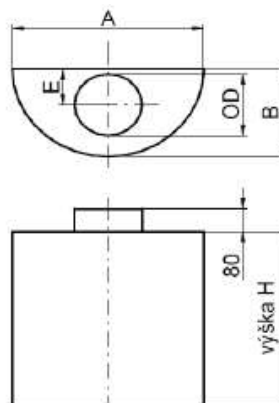
**4x 700** m<sup>3</sup>/h

Průtok jedním odvodním ventilem: **1260**



Obr. 5 MOS-VVS

Velikost	800	1000	1200	1400	H*
Rozměr A	404	504	604	704	750
Rozměr D	224	280	280	315	1000
Rozměr E	169	210	251	293	1250
					1500

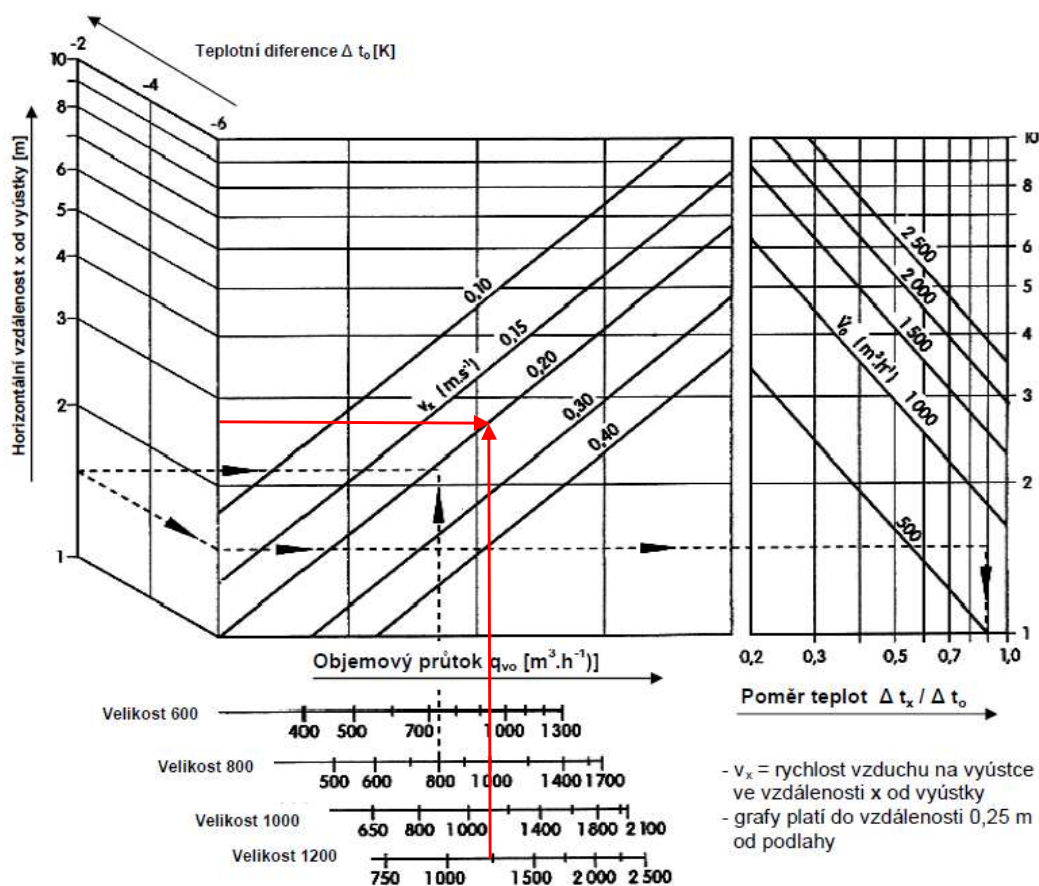


Obr. 4 MOS-VVP

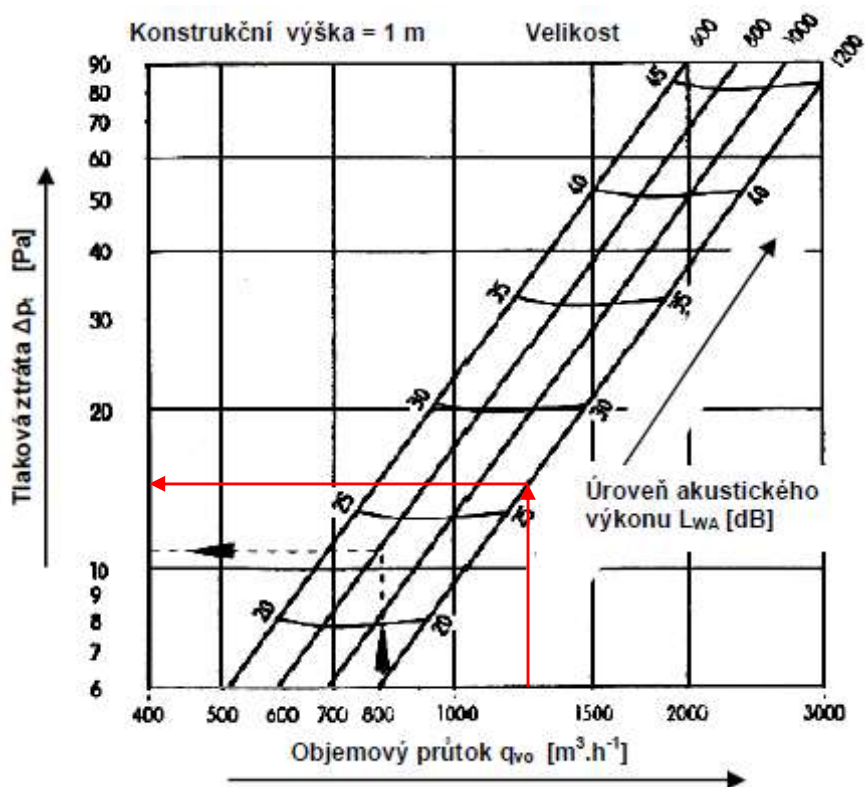
Velikost	600	800	1000	1200	H*
Rozměr A	602	802	1002	1202	750
Rozměr B	385	400	500	600	1000
Rozměr D	280	315	355	400	1250
Rozměr E	193	202	252	302	1500

Obrázek 26 – Přívodní velkoobjemové vyústky [15]

Přívodní velkoobjemová vyústka IMOS – VVP 1200x1000



Obrázek 27 – Návrhový diagram IMOS – VVP 1200x1000 [15]

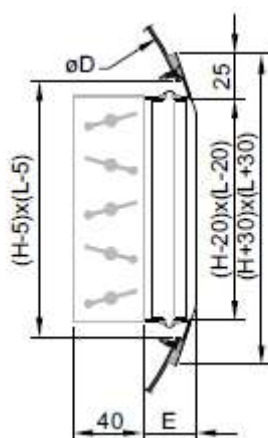


**Obrázek 28-** Tlaková ztráta a hlukové parametry IMOS – VVP [15]

Navrhl jsem velkoobjemou výústku **IMOS-VVP-1200x1000-RAL9010**

Dle obdobných grafů jsem také navrhnul velkoobjemou výústku **IMOS-VVS-1400x1500-RAL9010**

Ovodní potrubní výústka **NOVA-C-1025x225**



**Obrázek 29** – Řez potrubní výústkou NOVA-C-1-R1 [16]



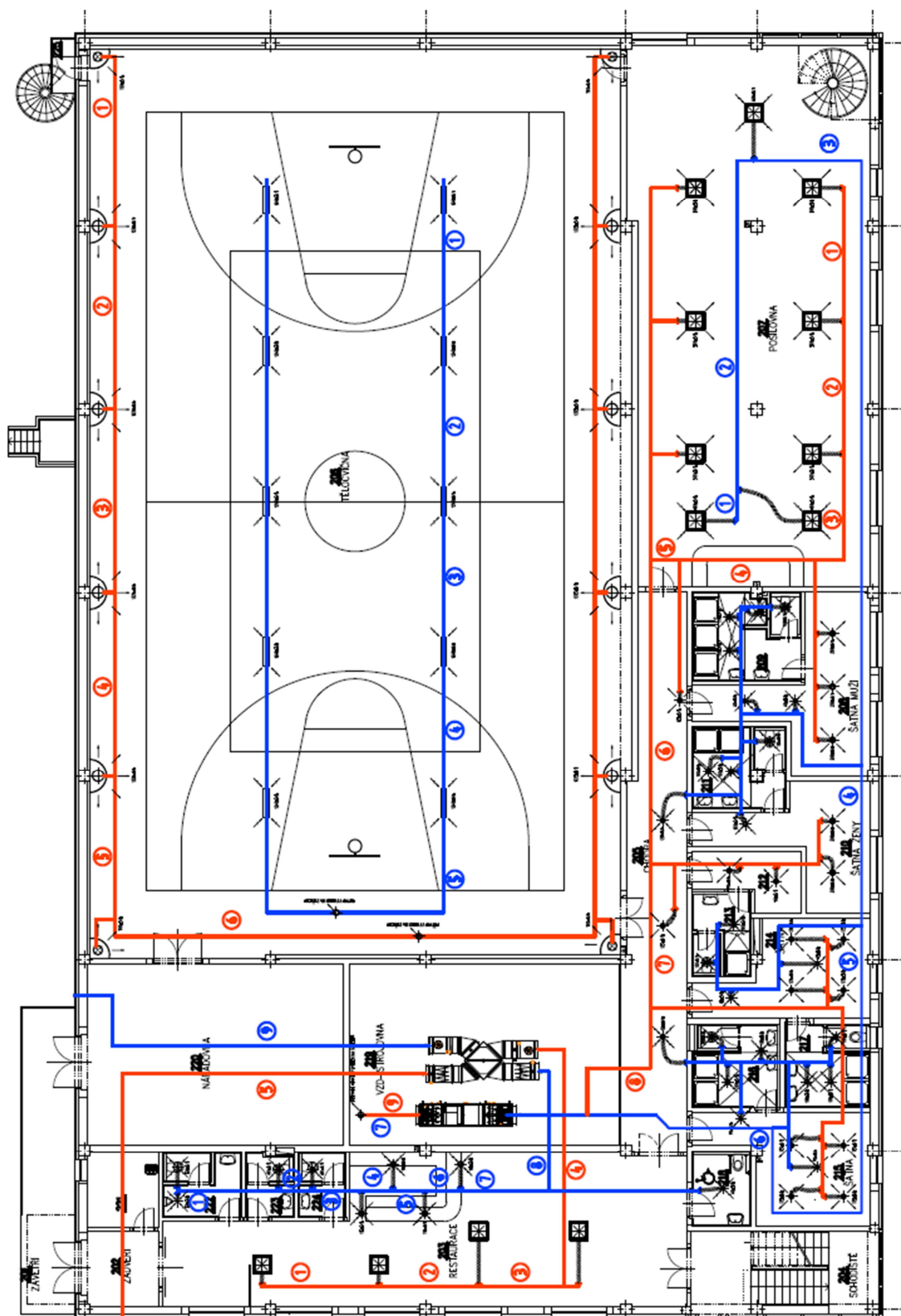
Navrhnul jsem potrubní vyústku **NOVA-C-1-1025x225-R1-H-A-304**

Č. místnosti	Název	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Objem [m <sup>3</sup> ]	Přívod/Odvod	Označení výustky	Počet [ks]	Přítok na 1 element	Δpc [pa]	WHL [m/s]	WL [m/s]	Lwa [db]	H [m]	Hz [m]
<b>Zařízení č. 1 - Nucené větrání restaurace</b>													
203	Restaurace	86,67	260,01	P	VVKR-A-S-600-16	4	200	23	0	0,14	24	3	1,8
				O	EFF 160-RAL9010	4	115	54	0	-	25		
218	WC invalidé	5,77	17,31	O	EFF 125-RAL9010	1	80	33	0	-	22		
222	WC muži	6,19	18,57	O	EFF 100-RAL9010	2	50	50	0	-	26,6		
223	WC ženy	3,91	11,73	O	EFF 125-RAL9010	1	80	33	0	-	22		
224	WC personál	4,08	12,24	O	EFF 125-RAL9010	1	80	33	0	-	22		
<b>Zařízení č. 2 - Klimatizace sportovní haly</b>													
206	Sportovní hala	636,83	5635,95	P	IMOS-VVS-1400x1500-RAL9010	4	700	15,5	0	0,2	35,5	1,6	1,8
				P	IMOS-VVP-1200x1000-RAL9010	8	1225	15	0	0,2	26,5	1,6	1,8
				O	NOVA-C-1-1025x225-R1-H-A-304	10	1260	2,8	0	0,2	27		
<b>Zařízení č. 3 - Nucené větrání posilovny a zázemí</b>													
205	Chodba	39,61	79,22	P	TFFC 125	2	125	21	0	<0,2	25	3	1,8
				O	EFF 125-RSL9010	2	125	68,1	0	-	27,3		
207	Posilovna	167,1	501,3	P	VVKR-A-S-600-16	6	300	23,7	0	<0,15	31,5	3	1,8
				O	VVKR-A-S-600-24C	3	600	29,5	0	<0,15	21		
208	Šatna muži	21,87	65,61	P	TFFC 160	3	200	0	0	<0,2	0	3	1,8
				O	EFF 125-RAL9010	2	80	33	0	-	22		
209	WC+sprchy	12,26	36,78	O	EFF 125-RAL9010	4	110	47,6	0	-	24		
210	Šatna ženy	16,64	49,92	P	TFFC 160	2	200	24	0	<0,2	25	3	1,8
				O	EFF 125-RAL9010	1	90	22	0	-	20		
211	WC+sprchy	9,82	29,46	O	EFF 125-RAL9010	1	110	47,6	0	-	24		
				O	EFF 125-RAL9010	2	100	34,8	0	-	22		
212	Šatna	6,6	19,8	P	TFFC 125	2	90	32	0	<0,2	28	3	1,8
213	WC+sprchy	6,34	19,02	O	EFF 125-RAL9010	2	90	22	0	-	20		
214	Šatna	17,88	53,64	P	TFFC 125	4	125	21	0	<0,2	25	3	1,8
				O	EFF 125-RAL9010	2	95	43	0	-	24,5		
217	WC+sprchy	9,39	28,17	O	EFF 125-RAL9010	1	110	47,6	0	-	24		
				O	EFF 125-RAL9010	2	100	34,8	0	-	22		
215	Šatna	19,47	58,41	P	TFFC 125	4	125	21	0	<0,2	25	3	1,8
				O	EFF 125-RAL9010	2	95	22	0	-	21		
216	WC+sprchy	9,15	27,45	O	EFF 125-RAL9010	1	110	47,6	0	-	24		
				O	EFF 125-RAL9010	2	100	34,8	0	-	22		

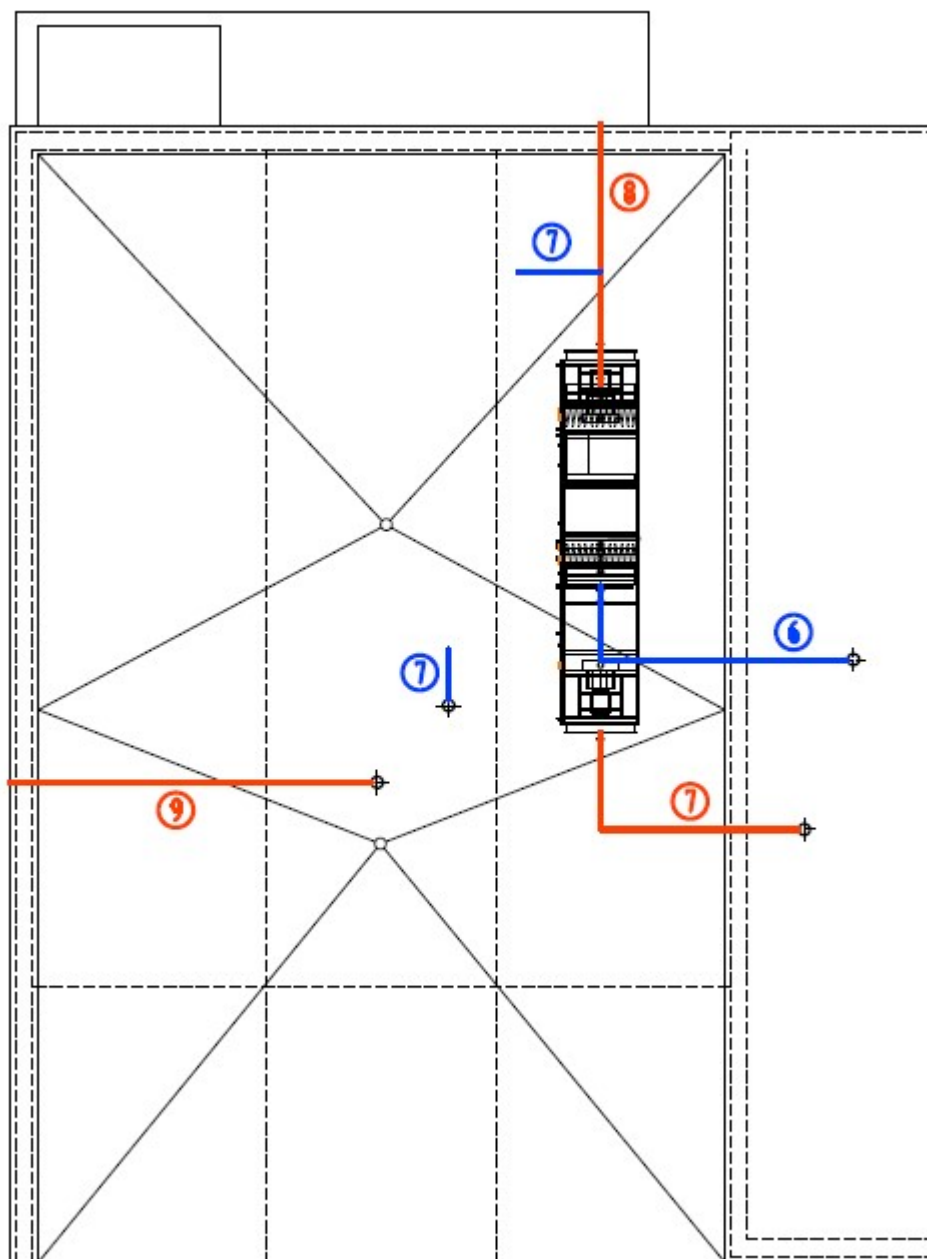
**Tabulka 6** – Návrh všech distribučních elementů



## 6. DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ A TLAKOVÁ ZTRÁTA



Obrázek 31 – Dimenzační schéma 2.NP



**Obrázek 32** – Distribuční schéma 2.NP



Z PLÁNU			HODNOTY									TLAK, ZTRÁTA		POZNÁMKA
Č.Ú.	V		l	PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ - VÝPOČTENÉ					R <sub>1</sub> - L	ξ · P <sub>s</sub> (Z)		
	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /s		w' (R' <sub>1</sub> )	S' (d' <sub>1</sub> )	d(θ)	d <sub>r</sub>	S	w	R <sub>1</sub>				
-	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /s	m	m/s	m <sup>2</sup>	m	m	m <sup>2</sup>	m/s	Pa/m	Pa	Pa		
Zařízení č. 1 - Nucené větrání restaurace - Přívodní potrubí														
1	200	0,056	4,2	2	0,0278	0,19	0,2	0,0314	1,77	0,422	1,8	0,12	Redukce 225/200	
												3,79	Klapka	
												23,00	VVKR-A-S-600-16	
2	400	0,111	3,6	2,5	0,0444	0,24	0,225	0,0397	2,80	0,498	1,8	0,05	Redukce 250/225	
												4,84	Rozbočka 90°	
3	600	0,167	3,6	3	0,0556	0,27	0,25	0,0491	3,40	0,628	2,3	7,72	Rozbočka 90°	
4	800	0,222	11	4	0,0556	0,27	0,25	0,0491	4,53	1,07	11,8	14,2	Rozbočka 90°	
												3,41	Oblouk 90°	
												3,41	Oblouk 90°	
												3,5	Požární klapka	
												9,26	Přechod kruh/čtvrec	
5	800	0,222	22,5	4	0,0556	0,27	0,25	0,0491	4,53	1,07	24,1	1	Přechod čtvrec/kruh	
												3,41	Oblouk 90°	
												9,26	Přechod kruh/čtvrec	
												2,26	Protidešťová žaluzie	
										Σ	41,7	89,23		
										Σ		130,91		
												0	TLUMIČ HLUKU	
										Σ		130,91		
Zařízení č. 1 - Nucené větrání restaurace - Odvodní potrubí														
1	100	0,028	3,6	2	0,0139	0,13	0,125	0,0123	2,26	0,446	1,6	0,034	Redukce 180/140	
												0,818	Klapka	
												2,56	T-kus	
												50	EEF 80-RAL9010	
2	180	0,050	1,2	2,3	0,0217	0,17	0,16	0,0201	2,49	0,349	0,4	2,59	Rozbočka 90°	
												0,056	Redukce 200/180	
3	260	0,072	1,8	2	0,0361	0,21	0,2	0,0314	2,30	0,403	0,7	3,86	Rozbočka 90°	
												0,079	Redukce 225/200	
4	375	0,104	1,15	2,5	0,0417	0,23	0,225	0,0397	2,62	0,443	0,5	5,03	Rozbočka 90°	
5	490	0,136	1,15	3	0,0454	0,24	0,225	0,0397	3,42	0,724	0,8	8,59	Rozbočka 90°	
												0,082	Redukce 250/225	
6	605	0,168	1,3	3,3	0,0509	0,25	0,25	0,0491	3,43	0,638	0,8	8,45	Rozbočka 90°	
7	720	0,200	8,55	4	0,0500	0,25	0,25	0,0491	4,08	0,88	7,5	11,7	Rozbočka 90°	
												2,77	Oblouk 90°	
												3,5	Požární klapka	
8	800	0,222	3,5	5	0,0444	0,24	0,25	0,0491	4,53	1,07	3,7	14,3	Rozbočka 90°	
												3,41	Oblouk 90°	
												9,26	Přechod kruh/čtvrec	
9	800	0,222	16,2	5	0,0444	0,24	0,25	0,0491	4,53	1,07	17,3	1	Přechod čtvrec/kruh	
												3,41	Oblouk 90°	
												3,41	Oblouk 90°	
												9,26	Přechod kruh/čtvrec	
												1,43	Protidešťová žaluzie	
										Σ	33,5	145,599		
										Σ		179,1		
												0,0	TLUMIČ HLUKU	
										Σ		179,1		

**Tabulka 7 – Dimenzování potrubí pro 1. zařízení**

Z PLÁNU			HODNOTY								TLAK. ZTRÁTA		POZNÁMKA
Č.Ú.	V		l	PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ - VYPOČTENÉ					R <sub>1</sub> - L	ξ · P <sub>d</sub> (Z)	
				w' (R' <sub>1</sub> )	S' (d' <sub>r</sub> )	d(θ)	d <sub>r</sub>	S	w	R <sub>1</sub>			
-	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /s	m	m/s	m <sup>2</sup>	m	m	m <sup>2</sup>	m/s	Pa/m	Pa	Pa	
Zařízení č. 2 - Klimatizace sportovní haly - Přivodní potrubí													
1	700	0,194	10,7	2	0,0972	0,35	0,315	0,0779	2,50	0,269	2,9	15,5	IMOS-VVS-1400x1500
												6,29	Oblouk 90°
												0,938	Klapka
												0,044	Redukce 450/315
2	1925	0,535	6,6	3	0,1782	0,48	0,45	0,1590	3,36	0,282	1,9	6,51	Rozbočka 90°
												0,111	Redukce 560/450
3	3150	0,875	6,6	3,5	0,2500	0,56	0,56	0,2462	3,55	0,37	2,4	17,4	Rozbočka 90°
												0,0917	Redukce 630/560
4	4375	1,215	6,6	4	0,3038	0,62	0,63	0,3116	3,90	0,242	1,6	10,5	Rozbočka 90°
												0,111	Redukce 710/630
5	5600	1,556	5,2	4,5	0,3457	0,66	0,71	0,3957	3,93	0,212	1,1	17,5	Rozbočka 90°
6	6300	1,750	9	5	0,3500	0,67	0,71	0,3957	4,42	0,264	2,4	21,5	Rozbočka 90°
												2,9	Oblouk 90°
7	12600	3,500	10,5	5,5	0,6364	0,90	0,9	0,6359	5,50	0,306	3,2	18,8	Rozbočka 90°
												8,8	2xOblouk 90°
												5,73	Přechod kruh/čtvrec
8	4900	1,361	12,8	5,5	0,2475	0,56	0,56	0,2462	5,53	0,306	3,9	0,645	Redukce na 500x500
												96,2	Protidešťová žaluzie
										Σ	19,4	229,5707	
										Σ		249,0	
												0,0	TLUMIČ HLUKU
										Σ		249,0	
Zařízení č. 2 - Klimatizace sportovní haly - Odvodní potrubí													
1	1260	0,350	4,8	2	0,1750	0,47	0,45	0,1590	2,20	0,13	0,6	0,048	Redukce 560/450
												2,800	NOVA-C-1-1025x225
2	2520	0,700	5,4	2,5	0,2800	0,60	0,56	0,2462	2,84	0,158	0,9	0,059	Redukce 630/560
												2,800	NOVA-C-1-1025x225
3	3780	1,050	5,4	3	0,3500	0,67	0,63	0,3116	3,37	0,185	1,0	0,083	Redukce 710/630
												2,800	NOVA-C-1-1025x225
4	5040	1,400	5,4	3,5	0,4000	0,71	0,71	0,3957	3,54	0,175	0,9	2,800	NOVA-C-1-1025x225
5	6300	1,750	5	4	0,4375	0,75	0,71	0,3957	4,42	0,264	1,3	0,078	Redukce 900/710
												2,800	NOVA-C-1-1025x225
												2,930	Klapka
6	12600	3,500	5	5,5	0,6364	0,90	0,9	0,6359	5,50	0,306	1,5	17,000	Rozbočka 90°
												17,600	4xOblouk 90°
												5,730	Přechod kruh/čtvrec
7	4900	1,361	12,8	5,5	0,2475	0,56	0,56	0,2462	5,53	0,306	3,9	0,645	Redukce na 500x500
												8,800	Oblouk 90°
												4,600	Komcový kus
										Σ	10,2	71,57	
										Σ		81,76	
												37,00	TLUMIČ HLUKU
										Σ		118,76	

**Tabulka 8** – Dimenzování potrubí pro 2. zařízení

Z PLÁNU			HODNOTY								TLAK. ZTRÁTA		POZNÁMKA	
Č.Ú.	V		l	PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ - VYPOČTENÉ						R <sub>z</sub> · L		ξ · P <sub>d</sub> (Z)
	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /s		w' (R' <sub>z</sub> )	S' (d' <sub>z</sub> )	d(θ)	d <sub>z</sub>	S	w	R <sub>z</sub>				
-	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /s	m	m/s	m <sup>2</sup>	m	m	m <sup>2</sup>	m/s	Pa/m	Pa	Pa		
Zařízení č.3 - Nucené větrání posilovny a zázemí - Přívodní potrubí														
1	300	0,083	4,8	2	0,0417	0,23	0,2	0,0314	2,65	0,295	1,4	23,7	VVKR-A-S-600-16	
												0,662	Klapka	
												0,133	Redukce 280/200	
2	600	0,167	4,8	2,5	0,0667	0,29	0,25	0,0491	3,40	0,36	1,7	4,59	Rozbočka 90°	
												0,054	Redukce 315/280	
3	900	0,250	5,6	3,6	0,0694	0,30	0,315	0,0779	3,21	0,408	2,3	6,96	Rozbočka 90°	
												4,04	Oblouk 90°	
												0,112	Redukce 400/315	
4	1500	0,417	5	3,5	0,1190	0,39	0,4	0,1256	3,32	0,319	1,6	7,19	Rozbočka 90°	
5	1625	0,451	5,1	4	0,1128	0,38	0,4	0,1256	3,59	0,401	2,0	11	Rozbočka 90°	
												0,11	Přechod kruh/čtvec	
6	2525	0,701	8,1	4	0,1753	0,47	560x315	0,1764	3,98	0,441	3,6	2,38	Rozbočka 90°	
7	3230	0,897	2,2	4,3	0,2087	0,52	630x355	0,2237	4,01	0,494	1,1	15,8	Rozbočka 90°	
8	4230	1,175	12,5	5	0,2350	0,55	630x355	0,2237	5,25	0,631	7,9	4,49	Rozbočka 90°	
												17,3	5xOblouk 90°	
												0,446	Redukce 630x315/630x600	
9	4230	1,175	12	5	0,2350	0,55	630x355	0,2237	5,25	0,631	7,6	3,84	Redukce 630x600/630x355	
												6,92	2xOblouk 90°	
												87,6	Protidešťové žaluzie	
										I	29,2	197,327		
										I		226,5		
												5,0	TLUMIČ HLUKU	
										I		231,5		
Zařízení č.3 - Nucené větrání posilovny a zázemí - Odvodní potrubí														
1	600	0,167	1,4	3	0,056	0,27	0,25	0,049	3,40	0,327	0,46	29,3	VVKR-A-S-600-24C	
												0,168	Redukce 355/250	
												0,687	Klapka	
2	1200	0,333333	12,4	3	0,1111	0,3762	0,355	0,09893	3,369399	0,383	4,7	14,3	Rozbočka 90°	
												1,81	Oblouk 90°	
												0,083	Redukce 400/355	
3	1800	0,500	23,7	3,5	0,1429	0,43	0,4	0,1256	3,98	0,446	11,5	10,7	Rozbočka 90°	
												2,49	Oblouk 90°	
												0,196	Přechod 630x315/400	
4	2935	0,815	5,8	4	0,2038	0,51	630x315	0,1985	4,11	0,442	2,6	13,1	Rozbočka 90°	
5	3305	0,918	16,2	4,5	0,2040	0,51	630x315	0,1985	4,62	0,542	8,8	18,5	Rozbočka 90°	
												5,76	2xOblouk 90°	
												0,186	Redukce 630x355/315	
6	4230	1,175	12,3	5	0,2350	0,55	630x355	0,2237	5,25	0,631	7,8	22,2	T-kus	
												0,05	Odkot	
												6,08	2xOblouk 90°	
												3,84	Redukce 630x355/630x600	
7	4230	1,175	12	5	0,2350	0,55	630x355	0,2237	5,25	0,631	7,6	3,84	Redukce 630x600/630x355	
												6,08	2xOblouk 90°	
												38	Mřížka	
										I	43,3	177,57		
										I		220,9		
												8	TLUMIČ HLUKU	
										I		228,9		

**Tabulka 9 – Dimenzování potrubí pro 3. zařízení**



## 7. VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY

Pro návrh vzduchotechnických jednotek byl použit návrhový software společnosti REMAK, a.s.

### 7.1 ZAŘÍZENÍ č.1 – Restaurace

Vzduchotechnická jednotka pro tento funkční celek zajišťuje výměnu vzduchu na požadované hodnoty dle výpočtů. Jednotka je navržena jako podstropní a umístěna je v místnosti č. 219 – Strojovna VZT. Jednotka pracuje s průtokem 800 m<sup>3</sup>/h. Dle výpočtu dimenzování potrubí byla vypočtena externí tlaková ztráta na přívodním potrubí 131 Pa a na odvodním potrubí 179 Pa. V zimním období bude jednotka ohřívat přívodní vzduch na 20 °C a v letním období bude chladit přívodní vzduch na 18°C.

Dle těchto požadovaných hodnot byla v návrhovém softwaru navržena vzduchotechnická jednotka **Vento 60-30** od společnosti REMAK, a.s.

Do jednotky je instalován deskový protiproudý výměník pro zpětné získávání tepla s účinností 91%. Přívodní i odvodní vzduch je před jednotkou filtrován filtry s třídou filtrace M5.

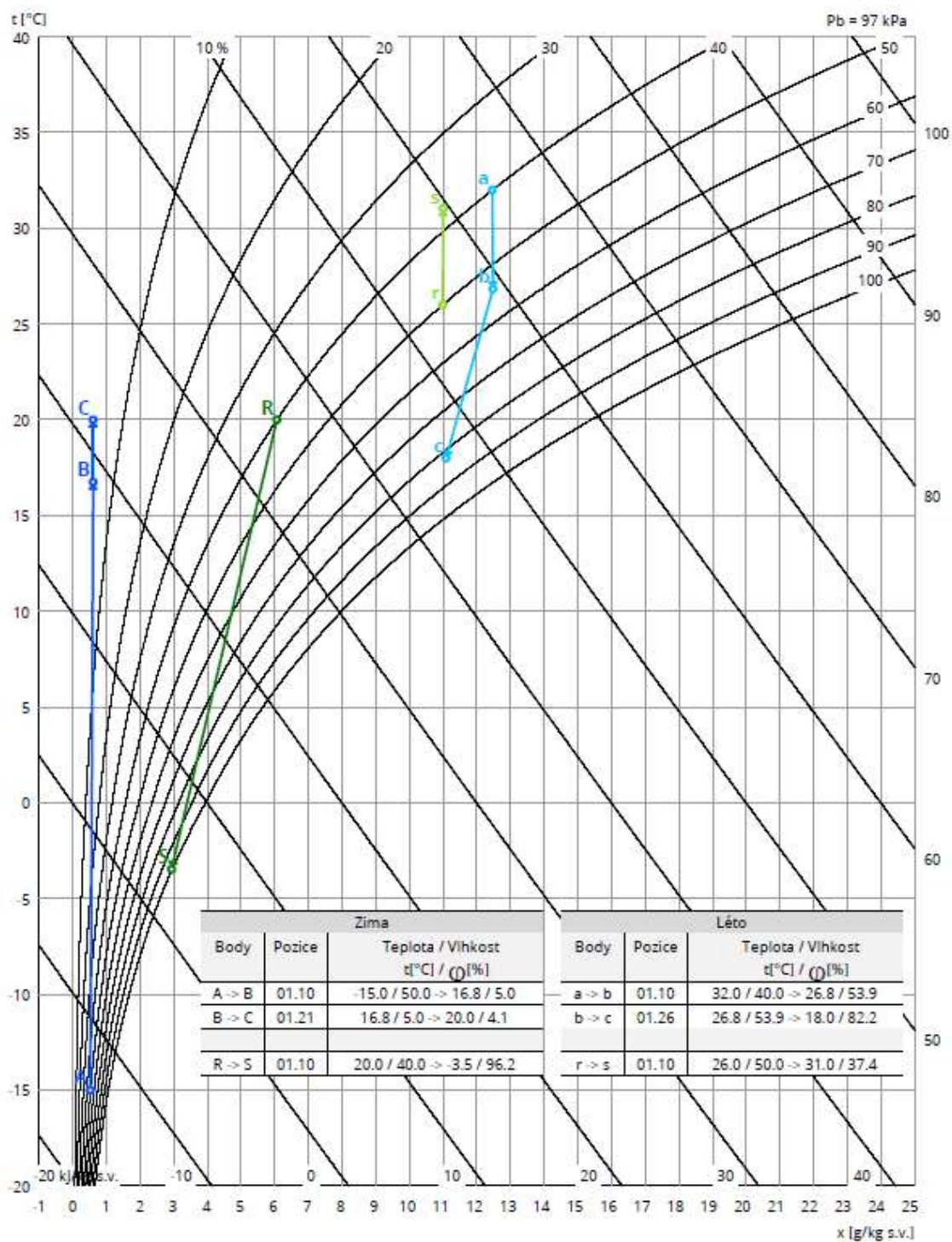


**Obrázek 33** – Vzduchotechnické zařízení č. 1

## STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení									
Druh, rozměr	Vento 60-30								
Typ řídicího systému	Není								
Hmotnost (+10%)	335 kg								
Umístění jednotky	Vnitřní								
Materiálové provedení									
Vnější plášť	Pozinkovaný plech								
Vnitřní plášť	-								
	Přívod	Odvod							
Průtok vzduchu	800 m³/h	800 m³/h							
Externí tlaková rezerva	300 Pa	300 Pa							
Rychlost v průřezu	1.24 m/s	1.24 m/s							
Příkon ventilátorů	0.23 kW	0.22 kW							
1. stupeň filtrace	M5	M5							
2. stupeň filtrace	-	-							
SFP <sub>AHU</sub>	1054 W.m <sup>-1.s</sup>	981 W.m <sup>-1.s</sup>							
Parametry pláště dle EN1886									
Celkový příkon jednotky	0.45 kW	Mechanická stabilita	-						
Napájecí napětí		Netěsnost skříně	-						
Celkový proud I <sub>max</sub>		Termická izolace	-						
		Faktor tepelných mostů	-						
SFP <sub>AHU</sub>	2035 W.m <sup>-1.s</sup>	Netěsnost mezi filtrem a rámem	-						
Nejdůležitější parametry vybraných komponentů									
	Na straně vzduchu		Na straně média						
Zpětný zisk tepla	-15.0 → 16.8 °C		91 %						
Ohřev	16.8 → 20.0 °C		0.8 kW						
Chlazení	26.8 → 18.0 °C		3.1 kW						
			70/22 °C, Voda, 0.0 kPa, 0.02 m³/h						
			6/12 °C, Voda, 1.4 kPa, 0.44 m³/h						
Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení									
Hlukové parametry zařízení									
	LwA <sub>ckz</sub> * [dB]								LwA** [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání		58	59	52	48	38	29	22	62
Přívod - výtlak		66	67	70	69	65	60	53	75
Přívod - okolí		52	51	48	45	38	31	24	56
Odvod - sání		59	60	55	52	43	35	28	64
Odvod - výtlak		66	67	70	69	65	60	53	75
Odvod - okolí		52	51	48	45	38	31	24	56

Tabulka 10 – Základní parametry zařízení č. 1



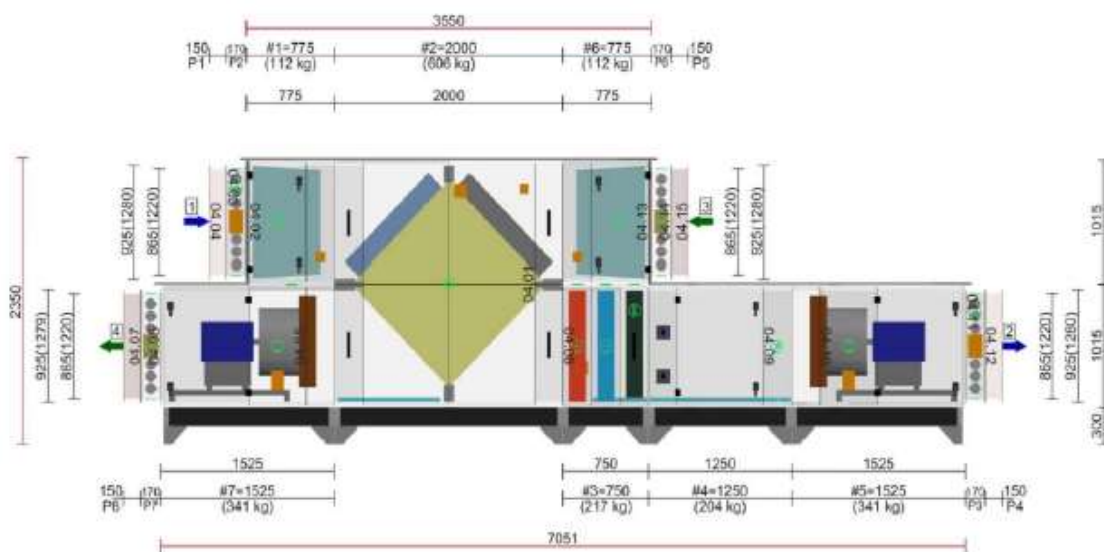
**Obrázek 34** – Mollierův h-x diagram pro zařízení č. 1

## 7.2 ZAŘÍZENÍ č.2 – Sportovní hala

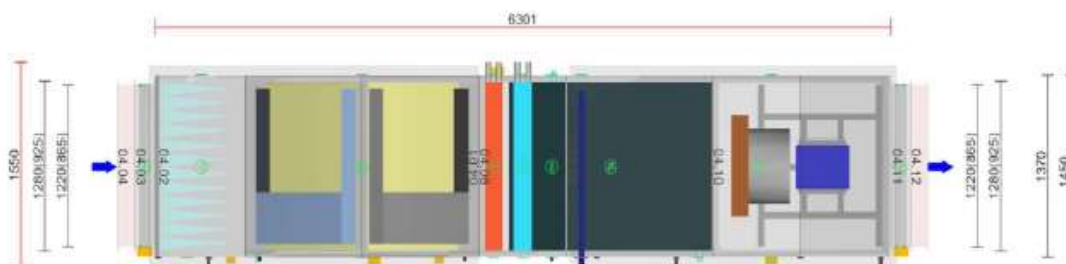
Vzduchotechnická jednotka pro tento funkční celek zajišťuje výměnu vzduchu na požadované hodnoty dle výpočtů. Jednotku je z rozměrových důvodů umístěna na střechu objektu do venkovního prostředí a bude vyrobena ve venkovním provedení. Kolem jednotky bude zhotoveno ochranné deskové oplocení, které zajišťuje stavba. Jednotka pracuje s průtokem 12600 m<sup>3</sup>/h. Z toho je 4900 m<sup>3</sup>/h čerstvého vzduchu a zbylé množství vzduchu je potřeba pro přenášení tepelné zátěže. Dle výpočtu dimenzování potrubí byla vypočtena externí tlaková ztráta na přívodním potrubí 249 Pa a na odvodním potrubí 119 Pa. V zimním období bude jednotka ohřívat přívodní vzduch na 24,0 °C a v letním období bude chladit přívodní vzduch na 18°C.

Dle těchto požadovaných hodnot byla v návrhovém softwaru navržena vzduchotechnická jednotka **AeroMaster XP 17** od společnosti REMAK, a.s.

Do jednotky je instalován deskový protiproudý výměník pro zpětné získávání tepla s účinností 83%. V jednotce je nainstalováno v rekuperační části směšovací klapka která smísí čerstvý vzduch s odpadním vzduchem z haly. Dále bude v jednotce instalován parní ohřev který bude vzduch vlhčen z  $\Phi = 20 \%$  na  $\Phi = 40 \%$ . Přívodní i odvodní vzduch je před jednotkou filtrován filtry s třídou filtrace M5.



Obrázek 35 – Vzduchotechnické zařízení č. 2



Půdorys odtahové větve



## STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

### Základní parametry zařízení

Druh, rozměr AeroMaster XP 17  
Typ řídicího systému VCS (Climatix)

Hmotnost (+10%) 2 304 kg  
Umístění jednotky Vnější  
Materiálové provedení  
Vnější plášť Lakovaný plech (RAL 9002)  
Vnitřní plášť Pozinkovaný plech

	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	12600 m <sup>3</sup> /h	12600 m <sup>3</sup> /h
Externí tlaková rezerva	300 Pa	300 Pa
Rychlost v průřezu	3.02 m/s	3.02 m/s
Příkon ventilátorů	4.87 kW	3.77 kW
1. stupeň filtrace	M5	M5
2. stupeň filtrace	-	-
SFP	1391 W.m <sup>-1</sup> .s	1077 W.m <sup>-1</sup> .s

### Model box AMXP3



		Parametry pláště dle EN1886	
Celkový příkon jednotky	57.39 kW	Mechanická stabilita	D2(M)
Napájecí napětí	3x400V+N+PE 50Hz	Netěsnost skříně	L2(M)
Celkový proud I <sub>max</sub>	41 A	Termická izolace	T3(M)
SFP <sub>AKU</sub>	2468 W.m <sup>-1</sup> .s	Faktor tepelných mostů	TB3(M)
		Netěsnost mezi filtrem a rámem	< 0,5 % (F9)

### Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

	Na straně vzduchu		Na straně média
Zpětný zisk tepla	-15.0 → 13.9 °C	83 %	
Směšování	13.9 → 17.6 °C	61.0 %	
Ohřev	17.6 → 24.1 °C	26.5 kW	70/41 °C, Voda, 0.7 kPa, 0.81 m <sup>3</sup> /h
Chlazení	26.6 → 18.4 °C	38.2 kW	6/12 °C, Voda, 2.9 kPa, 5.47 m <sup>3</sup> /h
Vlhčení	24.1 → 24.1 °C	20 → 40 %	65.0 kg/h, 48.8 kW

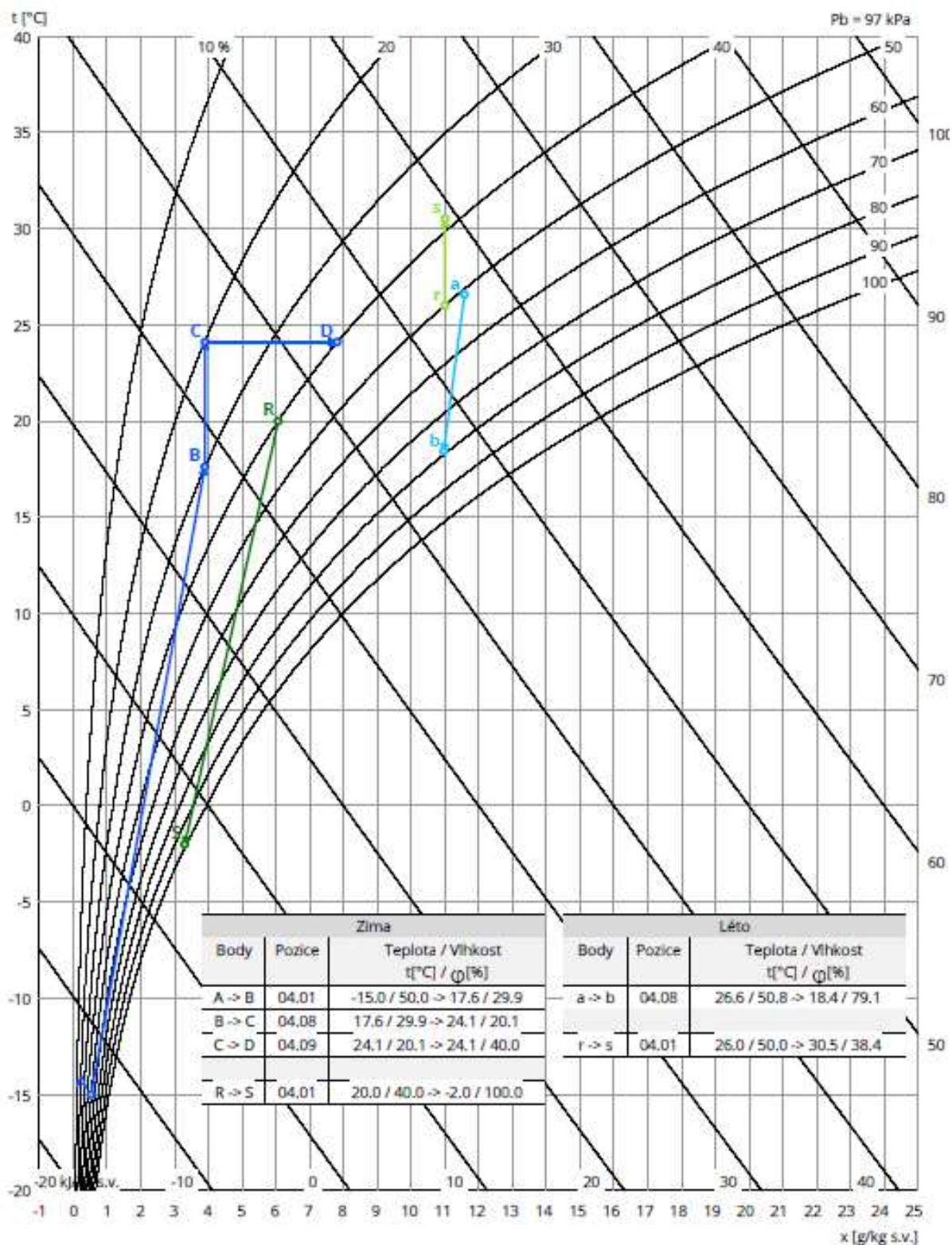
Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

### Hlukové parametry zařízení

	LwAokt* [dB]								LwA** [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	42	48	63	53	48	43	37	41	64
Přívod - výtlak	55	65	84	84	88	82	80	83	92
Přívod - okolí	48	48	65	58	60	54	53	51	68
Odvod - sání	44	52	64	57	52	47	43	49	65
Odvod - výtlak	55	67	82	84	86	81	80	83	91
Odvod - okolí	48	51	64	58	59	53	53	52	67

Tabulka 11 – Základní parametry zařízení č. 2





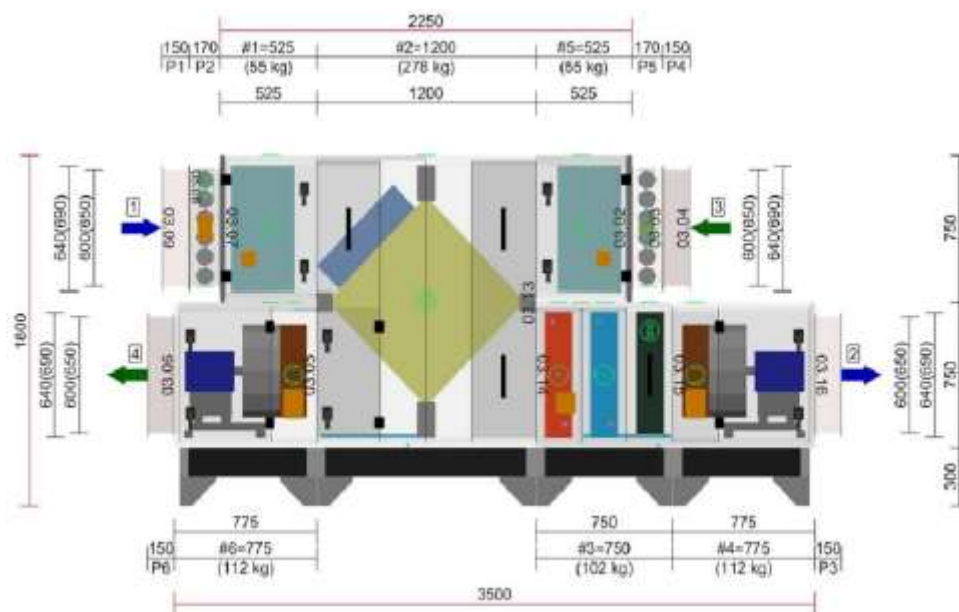
**Obrázek 36** – Mollierův h-x diagram pro zařízení č. 2

### 7.3 ZAŘÍZENÍ č.3 – Posilovna a zázemí

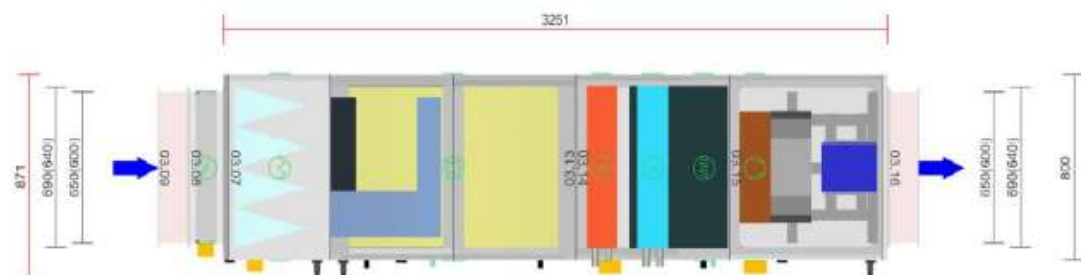
Vzduchotechnická jednotka pro tento funkční celek zajišťuje výměnu vzduchu na požadované hodnoty dle výpočtů. Jednotka je umístěna na zem do místnosti č. 219 – Strojovna VZT. Jednotka pracuje s průtokem 4230 m<sup>3</sup>/h. Dle výpočtu dimenzování potrubí byla vypočtena externí tlaková ztráta na přívodním potrubí 231,5 Pa a na odvodním potrubí 229 Pa. V zimním období bude jednotka ohřívat přívodní vzduch na 20,0 °C a v letním období bude chladit přívodní vzduch na teplotu místnosti tedy 26 °C.

Dle těchto požadovaných hodnot byla v návrhovém softwaru navržena vzduchotechnická jednotka **AeroMaster XP 06** od společnosti REMAK, a.s.

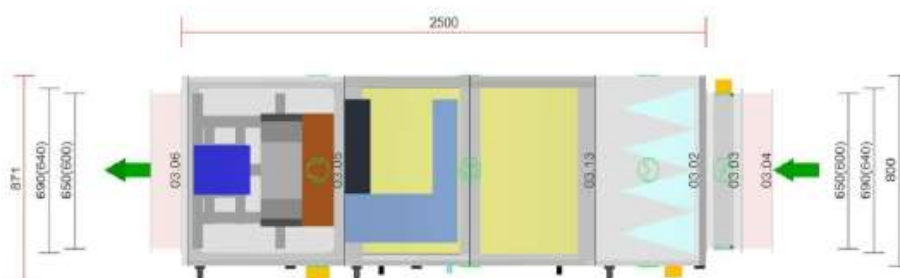
Do jednotky je instalován deskový protiproudý výměník pro zpětné získávání tepla s účinností 68%. Přívodní i odvodní vzduch je před jednotkou filtrován filtry s třídou filtrace M5.



Obrázek 37 – Vzduchotechnické zařízení č. 3



Půdorys odtahové větve



## STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

### Základní parametry zařízení

Druh, rozměr	AeroMaster XP 06	
Typ řídicího systému	Není	
Hmotnost (+10%)	792 kg	
Umístění jednotky	Vnitřní	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	
	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	4430 m <sup>3</sup> /h	4430 m <sup>3</sup> /h
Externí tlaková rezerva	300 Pa	300 Pa
Rychlost v průřezu	2.71 m/s	2.71 m/s
Příkon ventilátorů	2.01 kW	1.81 kW
1. stupeň filtrace	M5	M5
2. stupeň filtrace	-	-
SFP	1636 W.m <sup>-1</sup> .s	1474 W.m <sup>-1</sup> .s

### Model box AMXP2



### Parametry pláště dle EN1886

Celkový příkon jednotky	3.83 kW	Mechanická stabilita	D2(M)
Napájecí napětí		Nežesnost skříně	L1(M)
Celkový proud I <sub>max</sub>		Termická izolace	T3(M)
SFP <sub>AHU</sub>	3110 W.m <sup>-1</sup> .s	Faktor tepelných mostů	TB3(M)
		Nežesnost mezi filtrem a rámem	< 0,5 % (F9)

### Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

	Na straně vzduchu		Na straně média	
Zpětný zisk tepla	-15.0 → 8.9 °C	68 %		
Ohřev	8.9 → 20.0 °C	16.4 kW	70/49 °C, Voda, 9.0 kPa, 0.67 m <sup>3</sup> /h	
Chlazení	28.3 → 26.0 °C	3.3 kW	6/17 °C, Voda, 2.0 kPa, 0.25 m <sup>3</sup> /h	

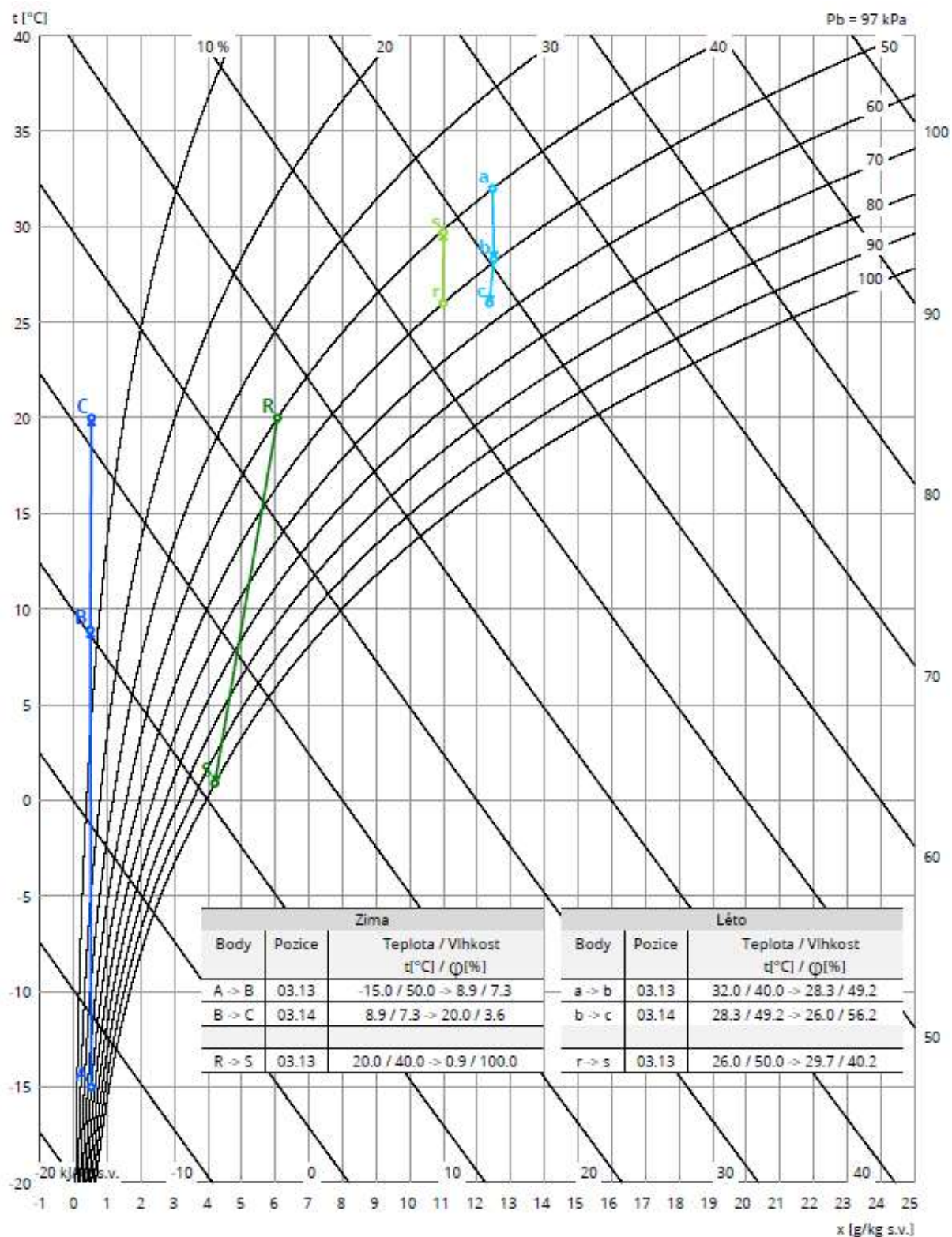
Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

### Hlukové parametry zařízení

	LwA <sub>okt</sub> * [dB]								LwA** [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	40	45	55	63	56	53	46	39	65
Přívod - výtlak	47	57	70	81	86	85	79	73	90
Přívod - okolí	40	41	51	54	57	54	50	40	61
Odvod - sání	40	45	56	63	58	56	50	44	66
Odvod - výtlak	47	57	71	81	86	84	79	73	90
Odvod - okolí	40	41	52	54	57	54	50	40	61

Tabulka 12 - Základní parametry zařízení č. 2





**Obrázek 38** – Mollierův h-x diagram pro zařízení č. 3

## 8. CHLADÍCÍ JEDNOTKY FANCOIL

Pro uchlazení tepelné zátěže řešených místností jsou navrženy tyto nepřímé chladicí jednotky. Pro tento projekt jsou navrženy ve dvou variantách.

V první variantě ,pro místnost č. 203 – Restaurace, jsou tyto jednotky navrženy v kombinaci s chlazením vzduchu ve vzduchotechnické jednotce.

Ve druhé variantě tyto nepřímé chladicí jednotky pokrývají celou tepelnou zátěž řešené místnosti č. 207 – Posilovna.

Výkony fancoilů jsou navrženy na teplotní spád chladicího média 6/12°C. Napojení chladících médií není součástí tohoto projektu.

### Vzorový návrh fancoilu pro místnost č. 203 – Restaurace

#### Vstupní hodnoty:

Potřebný chladicí výkon: **3039 W**

Velikost	yp elektro-motoru	Stupeň otáček	Množství vzduchu m <sup>3</sup> /h	Výkonová řada 0				Výkonová řada 1			
				Chladicí výkon $\dot{Q}_K$ kW	Tlaková ztráta $\Delta p_K$ kPa	Topný výkon $\dot{Q}_H$ kW	Tlaková ztráta $\Delta p_H$ kPa	Chladicí výkon $\dot{Q}_K$ kW	Tlaková ztráta $\Delta p_K$ kPa	Topný výkon $\dot{Q}_H$ kW	Tlaková ztráta $\Delta p_H$ kPa
S	AC	1	250	1,5	1,9	-	-	-	-	-	-
		2	310	1,8	2,7	-	-	-	-	-	-
		3	460	2,5	4,6	-	-	-	-	-	-
		1	330	-	-	-	-	2,4	3,4	-	-
		2	480	-	-	-	-	3,3	5,9	-	-
		3	660	-	-	-	-	4,2	9,4	-	-
		1	480	-	-	-	-	-	-	-	-
		2	710	-	-	-	-	-	-	-	-
		3	850	-	-	-	-	-	-	-	-
	EC	min	250	-	-	-	-	1,9	2,1	-	-
		2	330	-	-	-	-	2,4	3,4	-	-
		3	480	-	-	-	-	3,3	5,9	-	-
		4	660	-	-	-	-	4,2	9,4	-	-
		max	850	-	-	-	-	5,0	12,8	-	-

Obrázek 39 – Návrhová tabulka fancoilu [17]

Číslo	Účel místnosti	t <sub>e</sub> [°C]	t <sub>s</sub> [°C]	Počet osob	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Objem [m <sup>3</sup> ]	Dávka vzduchu na osobu [m <sup>3</sup> /h]	Čerstvý vzduch [m <sup>3</sup> /h]	Chladicí výkon VZT [W]	Teplený zisk místnosti [W]	Potřebný chladicí výkon pro fancoil [W]	Rozdíl teplot chladící vody [°C]	Teplota výduchu fancoilu [°C]	Název fancoilu	Výkon [kW]	Počet	Celkový výkon fancoilů [kW]	Průtok fancoillem [m <sup>3</sup> /h]	Celkový průtok vzduchu fancoilů [m <sup>3</sup> /h]
Zařízení č. 1 - Nucené větrání restaurace																			
203	restaurace	32	24	32	87,29	261,87	25	800	2113	5152	3039	6	18	GCSECI.UWO.AE1	3,168	1	3,168	480	480
															Celkem:		3,2	480	
Zařízení č. 3 - Nucené větrání posilovny a zázemí																			
207	posilovna	32	26	20	167,1	501,3	90	1800	0	8504	8504	6	20	GCSECI.UWO.AE1	2,304	1	2,304	330	330
														GCSECI.UWO.AE2	3,168	2	6,336	480	960
															Celkem:		8,6	1290	

**Tabulka 13 – Návrh fancoilů**

## 9. ÚTLUM HLUKU

V jednotce v pomoci ventilátoru vniká hluk, který se jako nežádoucí veličina šíří potrubím k distribučním elementům a potom dále do místnosti. Tento hluk se v potrubí a jeho prvcích tlumí. Pokud se ale neutlumí dostatečně v potrubí je potřeba jej utlumit pomocí tlumičů hluku vložených do potrubí.

Výpočet byl proveden pomocí výpočtového programu Excel.

### Vzorový výpočet:

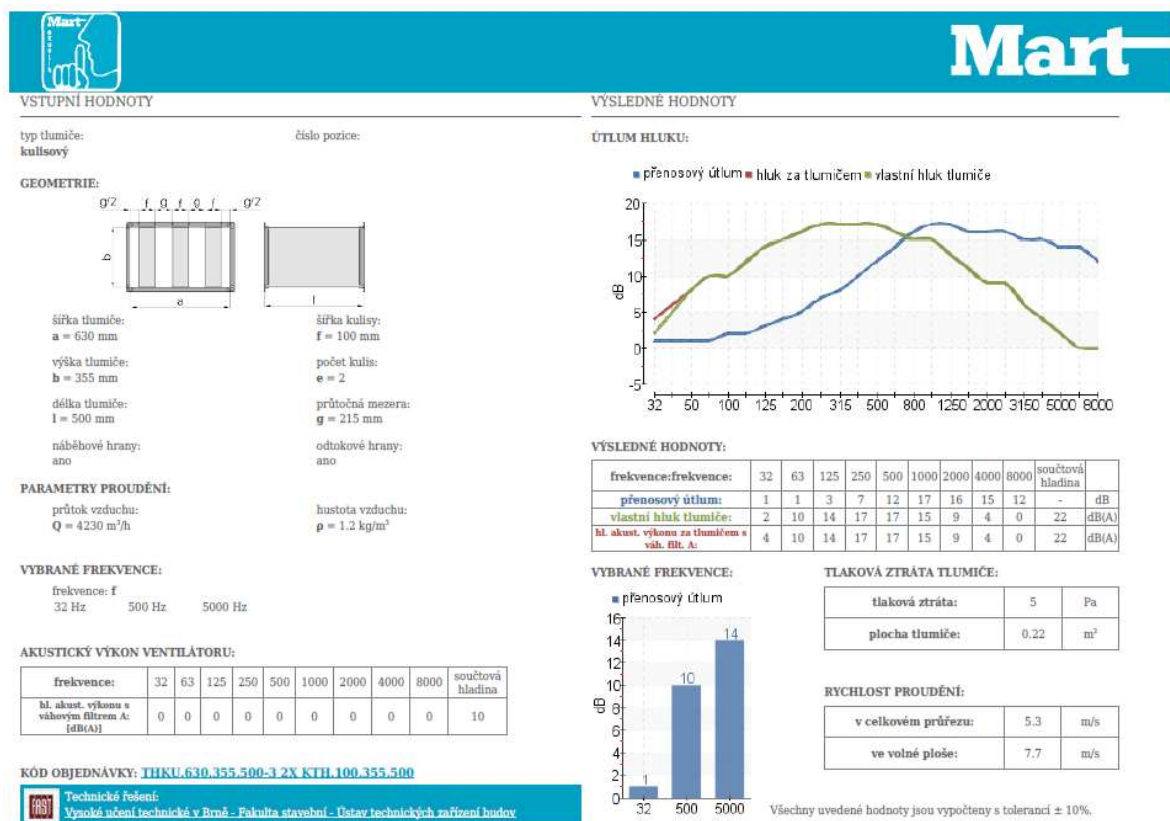
Útlum hluku - výtlak čerstvého vzduchu											
Zař. č. 3 - Nucené větrání posilovny a zázemí											
ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech									
	frekvence (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
$L_{vv}$	Hluk ventilátoru										
$L_{vv}$	Hladina akustického výkonu zdroje 1	0	47	56	72	79	86	83	78	73	89
$K_s$	Vlastní hluk tlumiče	2	10	14	17	17	15	9	4	0	23
$L_{vv}$	součet	4	47	56	72	79	86	83	78	73	89
$D_p$	Přirozený útlum										
	Potrubí přímé - dl. 14,8 m	0	0	9	7	4	3	3	3	3	14
	Oblouk - 5 ks	0	0	0	0	5	10	15	15	15	20
	Rozbočka z hlavní větve ( $S_i=0,199$ ; $\Sigma S_i=0,26$ )	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
	Rozbočka z hlavní větve ( $S_i=0,00785$ ; $\Sigma S_i=0,206$ )	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
	Flexi hadice - dl. 0,3 m	0	4	6	8	7	5	4	5	3	15
	Útlum koncovým odrazem	7,8	3,8	1,4	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	12
	útlum tlumič hluku - THKU 630,315,500-3 2X	1	1	3	7	12	17	16	15	12	
	útlum tlumiče hluku 1										
$L_{v1}$	Hladina akustického výkonu ve výústce	0	40	36	49	50	50	44	39	27	55
$L_{vy}$	Hladina akustického výkonu žaluzie										27,3
$K$	Korekce na počet výústek							počet výústek:		2	2
$L_s$	Hladina akustického výkonu všech výústek										57
$Q$	směrový činitel										4
$r$	vzdálenost od výústky k posluchači										1,2
$A$	pohltivá plocha místnosti	plocha všech povrchů místnosti (m2)					214,7	pohltivost (-)		0,15	32
$L_{s0}$	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										52
$L_{p,A}$	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										55

**Tabulka 14** – Útlum hluku u zařízení č.3 – přívod – výtlak

Pro zařízení č. 1 vyšla hladina akustického tlaku v místě posluchače nižší než je předepsaná hodnota normou z toho důvodu není potřeba do potrubí osazovat tlumiče hluku, na žádném potrubí z jednotky.

U zařízení č. 2 je navržen na straně odvodu vzduchu z jednotky kulisový lumič hluku od firmy M-art, s.r.o.

U zřízení č. 3 jsou navrženy na straně odvodu před I za jednotkou kulisové tlumiče hluku, stejně jako na straně přívodu do místností, od firmy M-art, s.r.o.



## 10. IZOLACE

Tepelná izolace je navržena k zamezení kondanzace vzduchu na povrchu nebo uvnitř potrubí a proti zabránění poklesu teploty o více než 1 °C

Výpočty byly provedeny ve výpočtovém softwaru TERUNA.

Zařízení č. 1 - Restaurace		
Přívod - sání z exteriéru	ROCKWOOL	Techrock 60 ALS tl. 60mm
Odvod - výtlač do exteriéru	ROCKWOOL	Techrock 40 ALS tl. 40mm
Zařízení č. 2 - Sportovní hala		
Přívod - výtlač do interiéru	ISOVER	ML-3 tl. 40
Odvod - sání z interiéru	ISOVER	ML-3 tl. 40
Zařízení č. 3 - Posilovna a zázemí		
Přívod - sání z exteriéru	ROCKWOOL	Techrock 60 ALS tl. 60mm

Tabulka 15 – Tepelné izolace





VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

*BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY*

FAKULTA STAVEBNÍ

*FACULTY OF CIVIL ENGINEERING*

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

*INSTITUTE OF BUILDING SERVICES*

VZDUCHOTECHNIKA MULTIFUNKČNÍ BUDOVY

*AIR CONDITION OF MULTIFUNCTION BUILD*

## C – PROJEKT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

*BACHELOR'S THESIS*

AUTOR PRÁCE

*AUTHOR*

Daniel Vozák

VEDOUCÍ PRÁCE

*SUPERVISOR*

Ing. Pavel Uher, Ph.D.



Stavebník: MĚSTO NEJDEK, náměstí Karla IV. 239, 36221 Nejdek  
Místo stavby: NEJDEK, katastrální území Nejdek [702625], parc. č. 2616/1  
Rozsah dokumentace: Dokumentace pro provádění stavby

Název stavby:

## VZDUCHOTECHNIKA MULTIFUNKČNÍ BUDOVY

SO 01	MULTIFUNKČNÍ BUDOVA
D.1.4	TECHNIKA PROSTŘEDÍ
D.1.4.1	VZDUCHOTECHNIKA
D.1.4.1.01	TECHNICKÁ ZPRÁVA

### SEZNAM DOKUMENTACE:

D.1.4.1.01	TECHNICKÁ ZPRÁVA
D.1.4.1.02	TECHNICKÁ SPECIFIKACE
D.1.4.1.03	PŮDORYS 2. NP
D.1.4.1.04	ŘEZY 1. ZAŘÍZENÍ
D.1.4.1.05	ŘEZY 2. ZAŘÍZENÍ
D.1.4.1.06	ŘEZY 3. ZAŘÍZENÍ



## 11. TECHNICKÁ ZPRÁVA

### 11.1 ÚVOD

Předmětem této projektové dokumentace je návrh vzduchotechnického systému pro multifunkční budovu stojící v městě Nejdek v Karlovarském kraji. V objektu je tímto projektem řešeno pouze 2.NP, které je děleno do tří funkčních celků, a to restaurace, sportovní hala a zázemí sportoviště s posilovou, které na sobě nebudou závislé. Všechna zařízení pro daný celek řeší vnitřní mikroklima v daných místnostech a dále zajišťuje také požadovanou výměnu vzduchu v hygienických zařízeních. Projektová dokumentace je zpracována v rozsahu pro provádění stavby.

#### 11.1.1 PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ

- Podkladem pro zpracování byly stavební výkresy objektu – půdorysy a řezy
- Podklady výrobců jednotlivých zařízení:
  - Remak, a.s.
  - Systemair, a.s.
  - Mart, s.r.o.
  - Elektrodesign Ventilátory spol. s.r.o.
  - ROCKWOOL, a.s.
  - Isover
- Normy, předpisy:
  - Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
  - Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., pro stanovení podmínky ochrany zdraví při práci
  - Vyhláška č. 6/2003 Sb., pro stanovení hygienických požadavků vnitřního prostředí
  - Vyhláška č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb ze znění pozdějších předpisů
  - ČSN 73 0872 Požární bezpečnost staveb. Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením
  - ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu
  - ČSN 73 05 40-3 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin
  - ČSN 01 3154 Technické výkresy – Instalace – Vzduchotechnika, klimatizační zařízení Obecná ustanovení
  - ČSN 73 0548 Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů
  - ČSN 38 3350 Zásobování teplem, všeobecné zásady

### 11.1.2 VÝPOČTOVÉ HODNOTY KLIMATICKÝCH POMĚRŮ

Místo:	Nejdek
Nadmořská výška:	568 m n.m.
Průměrný tlak vzduchu:	100,05 kPa
Výpočtová teplota vzduchu:	LÉTO: 32° C ZIMA: -17°C
Entalpie:	LÉTO: 64,7 kJ/kg ZIMA: -15,07 kJ/kg
Relativní vlhkost:	LÉTO: 42 % ZIMA: 100 %

### 11.1.3 OCHRANA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Vzduchotechnická zařízení v tomto objektu nedopravují žádná hygienicky závadné látky. Ve všech třech funkčních celcích je uvažována vzduchotechnika s prachovou filtrací, pro zařízení restaurace a sportovní haly bude doplněno ohřívání a chlazení, ve třetím zařízení je navržen ohříváč, na přívodní straně systému. Odpadní vzduch bude vyveden do venkovního prostředí, aniž by exponoval okolní objekty. Filtrací těchto prostor vznikne ve filtrech jednotek pevný usazený odpad o celkové hmotnosti přibližně 11 kg ročně. V odpadu nebudou obsaženy biologicky aktivní látky a může být likvidován s běžným odpadem.

### 11.1.4 VÝPOČTOVÉ HODNOTY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ

Ve všech prostorech je splněna maximální rychlost vzduchu v pobytové zóně 0,25 m/s. Vzduchotechnický systém tohoto objektu splňuje normou danou hodnotu  $L_{wa}$  pro denní dobu a to 50 dB. V objektu není uvažováno užívání v nočních hodinách a tím pádem nebudou v provozu ani vzduchotechnická zařízení.

místnost			léto		zima		(m <sup>3</sup> /h)		L <sub>wa</sub>
			(°C)	(%)	(°C)	(%)			dB
Č. ZAŘÍZENÍ	Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV	t	φ	t	φ	PŘÍVOD	ODVOD	HLUK
<b>Zařízení č. 1 Klimatizace restaurace</b>									
	203	Restaurace	26	50	20	40	800	460	30,5
	218	WC invalidé	N	50	20	40	0	80	22
	222	WC muži	N	50	20	40	0	100	26,6
	223	WC ženy	N	50	20	40	0	80	22
	224	WC personál	N	50	20	40	0	80	22
<b>Zařízení č. 2 Klimatizace sportovní haly</b>									
	206	Sportovní hala	26	50	20	40	12600	12600	35,5
<b>Zařízení č. 3 Nucené větrání posilovny a zázemí</b>									
	205	Chodba	N	50	20	40	250	250	27,3
	207	Posilovna	N	50	20	40	1800	1800	31,5
	208	Šatna muži	N	50	20	40	600	600	22
	209	WC + sprchy	N	50	20	40	0	0	24
	210	Šatna ženy	N	50	20	40	400	400	25
	211	WC + sprchy	N	50	20	40	0	0	24
	212	Šatna	N	50	20	40	180	180	28
	213	WC + sprchy	N	50	20	40	0	0	20
	214	Šatna	N	50	20	40	500	500	25
	215	Šatna	N	50	20	40	500	500	25
	216	WC + sprchy	N	50	20	40	0	0	24
	217	WC + sprchy	N	50	20	40	0	0	24

**Tabulka 16** – Parametry vnitřního prostředí

## 11.2 ZÁKLADNÍ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ

Na vypočtené požadavky pro provoz místností vzduchotechnickými zařízeními, jsou navrženy nízkotlaké systémy. Systém byl navržen tak aby splňoval dané požadavky, normy a standardy v daném oboru jako je intenzita větrání, dávka čerstvého vzduchu na osobu, filtrace vzduchu. V rámci šetření energií je ve všech systémech navržena rekuperace vzduchu pro zpětné získávání tepla z odpadního vzduchu. Ve všech místnostech s nainstalovaným vzduchotechnickým zařízením je zajištěna doporučená dávka čerstvého vzduchu. U zařízení č. 1 a 3 nedochází ke směšování čerstvého a odpadního vzduchu a vždy je 100% odpadního vzduchu odvedeno a 100% čerstvého vzduchu přivedeno. U zařízení č. 2 dochází ke směšování vzduchu z důvodu velkých průtoků. Technické parametry jednotlivých zařízení jsou v přílohách tohoto projektu.

Funkční celky:

1. Zařízení č. 1 – Restaurace
2. Zařízení č. 2 – Sportovní hala
3. Zařízení č. 3 – Posilovna a zázemí

Zařízení č. 1:

Jedná se o nucené větrání restauračního zařízení bez přípravy teplých jídel a k tomu přiléhající hygienická zařízení. V restauraci je systém navržen jako přetlakový a hygienická zařízení jako podtlaková. S celkového pohledu je tento funkční celek navržen jako rovnotlaký. Klimatizační jednotka je zavěšena pod stropem strojovny vzduchotechniky č.m. 219, která je situována mezi restaurací a sportovní halou. Tato jednotka je vybavena parním vlhčením pro který je osazen vyvíječ páry umístěný ve strojovně objektu.

Zařízení č. 2:

Jedná se o klimatizaci sportovní haly, která v zimním období bude pokrývat její tepelnou ztrátu. Sportovní hala je řešena jako rovnotlaká. Klimatizační jednotka bude umístěna střeše objektu, kde bude osazena na nosné konstrukci opatřené oplocením. Tato jednotka je vybavena parním vlhčením pro který je osazen vyvíječ páry umístěný ve strojovně objektu.



Zařízení č. 3:

Jedná se o nucené větrání posilovny a zázemí. Posilovna je řešena jako rovnotlaká. Zázemí je v místnostech šaten navrženo jako přetlakové a v hygienických místnostech jako podtlakové. Jednotka je umístěna ve strojovně vzduchotechniky č.m. 219 .

Řízení a provoz veškerých vzduchotechnických zařízení bude řešen samostatným systémem MaR.

Pro provoz klimatizačních zařízení je potřeba chladicí voda. Její výroba a zapojení k chladícím částím jednotek a fancoilům bude součástí projektové dokumentace profese chlazení.

### 11.2.1 HYGIENICKÉ POŽADAVKY

Veškeré prostory budou větrány v souladu s hygienickými předpisy

Zařízení č. 1 :

Dávka vzduchu na osobu	25 m <sup>3</sup> /h
------------------------	----------------------

WC	50 m <sup>3</sup> /h
----	----------------------

Pisoár	25 m <sup>3</sup> /h
--------	----------------------

Umyvadlo	30 m <sup>3</sup> /h
----------	----------------------

V restauraci bude probíhat 3 násobná výměna vzduchu

Zařízení č. 2 :

Dávka vzduchu na osobu	25 m <sup>3</sup> /h
------------------------	----------------------

Ve sportovní hale bude probíhat 2 násobná výměna vzduchu

Zařízení č. 3 :

Dávka vzduchu na osobu	25 m <sup>3</sup> /h
------------------------	----------------------

WC	50 m <sup>3</sup> /h
----	----------------------

Pisoár	25 m <sup>3</sup> /h
--------	----------------------

Umyvadlo	30 m <sup>3</sup> /h
----------	----------------------

Sprcha	100 m <sup>3</sup> /h
--------	-----------------------

V posilovně bude probíhat 3,6 násobná výměna vzduchu

Vytápění v místnostech 1. a 3. zařízení je řešeno pomocí otopných těles. Ve sportovní hale je navrženo teplovzdušné vytápění. Třídy filtrace přírodního vzduchu jsou uvedeny v popisu zařízení.

### 11.2.2 TEPELNÁ ZÁTĚŽ, VLHKOSTNÍ ZISKY

Místnost		Balance								Fancoil			VZT
		g/s	(W)				(°C)		(g/kg <sub>s</sub> )	(W)	(m³/h)	(g/kg <sub>s</sub> )	(W)
Č.MÍSTNOSTI	NÁZEV	VODNÍ ZISKY	TEP. ZISKY	TEP. ZTRÁTY	PŘÍVOD V LÉTĚ V <sub>pl</sub>	PŘÍVOD V ZIMĚ V <sub>pz</sub>	LÉTO	ZIMA	ODVLHČENÍ ΔX	CHLADÍCÍ VÝKON FANCOILU	CIRKULAČNÍ PRŮTOK FCU	ODVLHČENÍ ΔX	POTŘEBNÝ CHLADÍCÍ VÝKON VZT JEDNOTEK
Zařízení č.1 - Nucené větrání restaurace													
203	Restaurace	0,7	N	N	800	800	18	N	1,7	3,168	330	1,93	2113
218	WC invalidé	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
222	WC muži	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
223	WC ženy	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
224	WC personál	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	Σ	0,7			800	800			1,7	3,168	330	1,93	2113
Zařízení č.2 - Klimatizace sportovní haly													
206	Sportovní hala	2,6	33315	21047	12600	12600	18	25	0,6	N	N	N	38200
	Σ	2,6	33315	21047	12600	12600			0,6				38200
Zařízení č.3 - Nucené větrání posilovny a zázemí													
205	Chodba	N	N	N	250	250	N	20	N	N	N	N	N
207	Posilovna	1,52	8504	N	1800	1800	N	20	1,5	4992	580	1,5	3566
208	Šatna muži	N	N	N	600	600	N	20	N	N	N	N	N
209	WC+sprchy	N	N	N	N	N	N	20	N	N	N	N	N
210	Šatna	N	N	N	400	400	N	20	N	N	N	N	N
211	WC+sprchy	N	N	N	N	N	N	20	N	N	N	N	N
212	Šatna	N	N	N	180	180	N	20	N	N	N	N	N
213	WC+sprchy	N	N	N	N	N	N	20	N	N	N	N	N
214	Šatna	N	N	N	500	500	N	20	N	N	N	N	N
215	Šatna	N	N	N	500	500	N	20	N	N	N	N	N
216	WC+sprchy	N	N	N	N	N	N	20	N	N	N	N	N
217	WC+sprchy	N	N	N	N	N	N	20	N	N	N	N	N
	Σ	1,52	8504		4230	4230			1,5	4992	580	1,5	3566

**Tabulka 17 – Tepelná zátěž, vlhkostní zisky**

### 11.2.3 TECHNOLOGICKÉ VĚTRÁNÍ A CHLAZENÍ

V objektu nejsou kladeny žádné nároky na technologické větrání a chlazení.

#### 11.2.4 ENERGETICKÉ ZDROJE

Ohřev vzduchu v jednotkách bude zajištěn pomocí tepleného vodního výměníku. Do výměníku bude přiváděna topná voda o teplotním spádu 70/50 °C. Výroba topné vody bude probíhat ve strojovně umístěné v 1.NP kde je uvažováno i se zdrojem chlazení. Napojení vodních ohříváčů je navrženo pomocí regulačních uzlů a je zajištěno profesí vytápění. Pro chlazení přívodního vzduchu je v jednotkách osazen vodní chladič. Chladicí vodu pro tyto chladiče a fancoily zajišťuje centrální zdroj chladu umístěný ve strojovně 1.NP. Napojení jednotlivých chladících zařízení a dodávku chladicí vody zajišťuje profese chlazení.

## 11.3 POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ

Navržené vzduchotechnické systémy slouží k dosažení požadovaného mikroklimatu v místnostech řešeného objektu. Řešená část je rozdělena do 3 funkčních celků. Jednotlivé funkční celky jsou řešeny pomocí samostatného vzduchotechnického systému podle požadavků na provoz. Zařízení č. 1, řešící nucené větrání restaurace a hygienických místností, je umístěno v místnosti strojovny vzduchotechniky (č.m. 219), kde je zavěšeno pod stropem. Zařízení č. 2 je koncipováno v provedení do venkovního prostředí na střechu objektu. Zařízení č. 3 je umístěno ve strojovně vzduchotechniky (č.m. 219), kde bude stát na zemi.

Všechny tři jednotky jsou napojeny na vnitřní kanalizaci z důvodu potřeby odvodu kondenzátu.

U zařízení č. 1 jsou veškeré vnitřní rozvody provedeny z ocelového SPIRO potrubí. Pro toto zařízení vychází hodnoty hladiny akustického tlaku menší než je normová hodnota, z toho důvodu není třeba osazovat tlumiče hluku. U druhého zařízení je potrubí pro sání do jednotky a výtlak z jednotky provedeno z ocelového čtyřhranného potrubí. Potrubní rozvody v hale jsou provedeny z ocelového SPIRO potrubí. Na straně odvodu znehodnoceného vzduchu z jednotky bude osazen kulisový tlumič hluku. U 3. zařízení je hlavní páteřní rozvod vyroben z ocelového čtyřhranného potrubí a potrubí vedoucí k jednotlivým distribučním elementům bude provedeno z ocelového SPIRO potrubí. Na potrubí znehodnoceného vzduchu je zapotřebí osadit kulisový tlumič hluku před i za jednotkou. Na potrubí čerstvého vzduchu je zapotřebí osadit kulisový tlumič hluku na straně výtlaku z jednotky. Na vstupu do všech jednotek jsou osazeny regulační klapky ovládané servopohony. Pro všechny zařízení je přívodní potrubí čerstvého vzduchu z venkovního prostředí opatřeno tepelnou izolací pro zamezení kondenzace.

Pro odvod znehodnoceného vzduchu z hygienických místností jsou navrženy talířové ventily. V místnosti restaurace je vzduch přiváděn pomocí vířivých vyústek a odvod znehodnoceného vzduchu je pomocí talířových ventilů. V prostorách sportovní haly je vzduch odváděn potrubními vyústkami s regulací R1. V posilovně bude přívod i odvod vzduchu řešen pomocí vířivých vyústek.

Přívod i odvod vzduchu pro místnosti zázemí je řešen pomocí talířových ventilů. Všechny distribuční elementy budou s potrubními rozvody propojeny přes regulační klapku a ohebné hadice SONOFLEX MO.

Přívodní a odvodní potrubí bude u 1. zařízení vyvedeno do na fasádu objektu. Přívodní potrubí bude umístěno na stěně orientované na jinou světovou stranu než potrubí odvodní. Obě potrubí, budou ukončeny protidešťovými žaluziemi. U 2. a 3. zařízení je potrubí ukončeno na střeše objektu. Přívodní potrubí obou zařízení, budou směřovány na jihozápad a ukončí se protidešťovými žaluziemi. Odvodní potrubí těchto zařízení bude instalováno severozápadním směrem a ukončí se 15° kolenem jako zastřešení a naistaluje se mřížka proti hmyzu. Těmito opatřeními u všech 3 zařízení bude zamezeno nasávání znehodnoceného vzduchu popřípadě zkratu mezi přiváděným a odváděným vzduchem.

## ZAŘÍZENÍ Č.1 – RESTAURACE

U tohoto zařízení se jedná o nucené větrání vnitřních prostor místnosti č. 203 – Restaurace a k ní přilehlých hygienických prostor.

Hygienické požadavky:

Dávka vzduchu na osobu	25 m <sup>3</sup> /h
WC	50 m <sup>3</sup> /h
Pisoár	25 m <sup>3</sup> /h
Umyvadlo	30 m <sup>3</sup> /h

Dle výše uvedených hygienických požadavků bylo vypočteno množství vzduchu, které musí být zpracováno pro dané prostory.

Transport vzduchu pro tento funkční celek je zajištěn podstropní jednotkou umístěnou ve strojovně vzduchotechniky, která je koncipována mezi restauraci a sportovní halu. Touto jednotkou, zajišťující úpravu a přepravu vzduchu, bude **REMAK Vento 50-30** s by-passem a deskovým rekuperátorem.

V jednotce probíhají tyto úpravy vzduchu:

Strana přívodu:

- 1° filtrace třídy M5
- zpětné získávání tepla z odpadního vzduchu v rekuperačním výměníku
- ohřev vzduchu na požadovanou teplotu v teplovodním výměníku – teplotní spád topné vody 70/50 °C
- chlazení vzduchu ve vodním chladiči s eliminátorem kapek – teplotní spád 6/12 °C
- doprava upraveného vzduchu – ventilátor

Strana odvodu:

- filtrace odpadního vzduchu – třída M5
- zpětné získávání tepla v rekuperačním výměníku
- odvod odpadního vzduchu – ventilátor

Množství přívodního a odpadního vzduchu je stejné a činí 800 m<sup>3</sup>/h

Vzduch z venkovního prostředí je dopravován do vzduchotechnické jednotky pomocí izolovaného SPIRO potrubí, na jejímž konci je umístěn přechodný kus na hranaté potrubí spolu s protidešťovou žaluzií. V jednotce je vzduch upravován na požadované parametry. Takto upravený vzduch je dopravován do prostorů restaurace pomocí SPIRO potrubí, kde je distribuován pomocí vířivých vyústí. Tyto budou umístěny v kazetovém podhledu a na hlavní rozvod vzduchu budou napojeny přes regulační klapku a izolované ohebné hadice SONOFLEX MO.

Odpadní vzduch z místnosti restaurace i hygienických prostor bude odváděn pomocí talířových ventilů, umístěných v podhledu místností. Poté bude přes ohebnou hadici SONOFLEX MO a regulační klapku zaveden do hlavního SPIRO potrubí, kterým bude vzduch odváděn do jednotky, kde předá tepelnou energii v rekuperačním výměníku. Do venkovního prostředí bude vzduch odveden přes venkovní žaluzie umístěné na fasádě objektu.

Hluk vznikající úpravou vzduchu nepřesahuje hodnoty dané normou, proto pro jeho vedení není zapotřebí do vzduchovodů umisťovat tlumiče hluku.

Zařízení bude ručně uváděno do chodu, dle provozních hodin restauračního zřízení.

## **ZAŘÍZENÍ Č. 2 – Sportovní hala**

Zařízení je určeno pro větrání místnosti č. 206 – Sportovní hala. Jedná se o klimatizaci.

Hygienické požadavky:

Dávka vzduchu na osobu	25 m <sup>3</sup> /h
------------------------	----------------------

Množství vzduchu bylo vypočteno dle počtu sedadel v hledišti v součtu s předpokládaným počtem hráčů v hale.

Přívod vzduchu je zajištěn pomocí venkovní vzduchotechnické jednotky s rekuperací tepla, umístěné na střeše objektu. Pro úpravu a dopravu vzduchu do řešeného prostoru je navržena kompaktní vzduchotechnická jednotka **REMAK AeroMaster XP 17** s by-passem a deskovým rekuperátorem.

V jednotce probíhají tyto úpravy vzduchu:

Strana přívodu:

- 1° filtrace třídy M5
- zpětné získávání tepla z odpadního vzduchu v rekuperačním výměníku
- směšování vzduchu
- ohřev vzduchu na požadovanou teplotu v teplovodním výměníku – teplotní spád topné vody 70/50 °C
- chlazení vzduchu ve vodním chladiči s eliminátorem kapek – teplotní spád 6/12 °C
- parní vlčení
- doprava upraveného vzduchu – ventilátor

Strana odvodu:

- filtrace odpadního vzduchu – třída M5
- zpětné získávání tepla v rekuperačním výměníku
- směšování vzduchu
- odvod odpadního vzduchu – ventilátor

Celkový objem přepravovaného vzduchu bude činit 12600 m<sup>3</sup>/h z toho bude 4900 m<sup>3</sup>/h čerstvého vzduchu a zbylých 7700 m<sup>3</sup>/h je zapotřebí pro přenesení tepelné zátěže sportovní haly.

Čerstvý vzduch bude do jednotky přiváděn přes protidešťovou žaluzii tepelně izolovaným čtyř hraným potrubím. V jednotce se parametry vzduchu upraví na požadované hodnoty. Takto upravený vzduch je dopravován do prostorů sportovní haly pomocí SPIRO potrubí, kde je distribuován pomocí velkoobjemových vyústek. Tyto budou umístěny v místě sloupů ve výšce 850mm.

Odpadní vzduch bude nasáván přes potrubní vyústky s regulačními náběhy R1 do SPIRO potrubí které ho odvede do vzduchotechnické jednotky, kde předá tepelnou energii v rekuperačním výměníku poté se 61 % vzduchu smísí s přiváděným vzduchem a ten se vrátí zpět do místnosti. Zbylých 39 % bude přes kulisový tlumič hluku, čtyř hraným potrubím odvedeno do venkovního prostředí. Potrubí bude ukončeno 15°obloukem doplněným o mřížku proti hmyzu.

Hodnoty hluku vytvářeného jednotkou je potřeba utlumit, na straně odpadního vzduchu na výtlaku z jednotky, kulisovým tlumičem hluku osazeným na potrubí.

Zařízení bude ručně uváděno do chodu, dle provozních hodin sportovní haly.



### ZAŘÍZENÍ Č. 3 – Posilovna a zázemí

U tohoto zařízení se jedná o nucené větrání vnitřních prostor místnosti č. 207 – Posilovna a zázemí posilovny a sportovní haly. Jedná se o mužské a ženské šatny včetně hygienických zařízení.

Hygienické požadavky:

Dávka vzduchu na osobu	25 m <sup>3</sup> /h
WC	50 m <sup>3</sup> /h
Pisoár	25 m <sup>3</sup> /h
Umyvadlo	30 m <sup>3</sup> /h
Sprcha	100 m <sup>3</sup> /h

Transport vzduchu pro tento funkční celek je zajištěn kompaktní vzduchotechnickou jednotkou umístěnou ve strojovně vzduchotechniky, která je koncipována mezi restauraci a sportovní halu. Touto jednotkou, zajišťující úpravu a přepravu vzduchu, bude **REMAK AeroMaster XP 06** s by-passem a deskovým rekuperátorem.

V jednotce probíhají tyto úpravy vzduchu:

Strana přívodu:

- 1° filtrace třídy M5
- zpětné získávání tepla z odpadního vzduchu v rekuperačním výměníku
- ohřev vzduchu na požadovanou teplotu v teplovodním výměníku – teplotní spád topné vody 70/50 °C
- doprava upraveného vzduchu – ventilátor

Strana odvodu:

- filtrace odpadního vzduchu – třída M5
- zpětné získávání tepla v rekuperačním výměníku
- odvod odpadního vzduchu – ventilátor

Množství přívodního a odpadního vzduchu je stejné a činí 4230 m<sup>3</sup>/h

Čerstvý vzduch bude do jednotky přiváděn přes protidešťovou žaluzii tepelně izolovaným čtyř hraným potrubím. V jednotce se parametry vzduchu upraví na požadované hodnoty. Takto upravený vzduch bude z jednotky vyveden hlavním čtyř hraným potrubím do prostoru chodby. Do jednotlivých místností bude vzduch přiváděn kruhovým SPIRO potrubím. V místnosti č. 207 – Posilovna bude vzduch distribuován pomocí vířivých vyústek, v místnostech zázemí bude vzduch přiváděn pomocí talířových ventilů. Všechny distribuční elementy budou umístěny v podhledech daných místností a s potrubními rozvody spojeny přes regulační klapky a ohebné hadice SONOFLEX MO.

Odpadní vzduch z místnosti č. 207 bude odváděn pomocí vířivých vyústek, z prostorů zázemí a hygienických místností bude vzduch odváděn pomocí talířových ventilů. Všechny tyto distribuční elementy budou umístěny v podhledech daných místností a s potrubím spojeny přes ohebné hadice SONOFLEX MO a regulační klapky. Těmito prvky bude vzduch odváděn do kruhového SPIRO potrubí, které bude napojeno na hlavní potrubní rozvod z čtyřhranného potrubí, který odvede vzduch do vzduchotechnické jednotky. V jednotce tento vzduch předá tepelnou energii v rekuperačním výměníku a bude odveden čtyřhranným potrubím do venkovního prostředí. Potrubí bude ukončeno 15°obloukem doplněným o mřížku proti hmyzu.

Hluk vznikající v jednotce je potřeba utlumit na předpisy požadované hodnoty a to na straně přívodního vzduchu na výtlačku z jednotky. Na straně odvodu vzduchu je potřeba tento hluk utlumit na sání i výtlačku. Pro tento účel budou osazeny kulisové tlumiče hluku.

Zařízení bude ručně uváděno do chodu, dle provozních hodin posilovny a sportovní haly.

## 11.4 NÁROKY NA ENERGIE

Pro navržené jednotky je potřeba celoročně zajistit následující energie a média:

- a) instalovaný elektrický příkon

*Zařízení č. 1*

VZT jednotka 0,45 kW

*Zařízení č. 2*

VZT jednotka 57,39 kW

*Zařízení č. 3*

VZT jednotka 3,83 kW

- b) topná voda pro VZT jednotky

$t_w = 70/50\text{ °C}$

- c) chladicí voda pro VZT jednotky

$t_w = 6/12\text{ °C}$

- d) instalovaný chladicí výkon

*Zařízení č. 1*

VZT jednotka 3,1 kW

Fancoily 3,2 kW

*Zařízení č. 2*

VZT jednotka 38,2 kW

*Zařízení č. 3*

VZT jednotka 3,3 kW

Fancoily 8,6 kW

- e) celkový instalovaný chladicí výkon

$Q_{CH} = 56,4\text{ kW}$

## 11.5 MĚŘENÍ A REGULACE

Ze strany profese vzduchotechniky je požadováno:

- a) zajistit kvalitativní regulaci na straně napojení topných a chladících médií
- b) řešit protimrazovou ochranu výměníků na straně vody a vzduchu, na straně vody je ochrana řešena pomocí trojcestného ventilu a nuceného oběhu topné vody, osazení teploměrů k měření teploty vody
- c) signalizovat polohu regulačních klapek – otevřeno nebo zavřeno
- d) hlášení zanesení filtrů
- e) ve spolupráci s ostatními subprojekty a uživatelem objektu vyřešit, místo osazení spouštění zařízení
- f) osazení servopohonů na uzavírací klapky VZT jednotek a ventilátorů
- g) osazení frekvenčních měničů u VZT jednotek
- h) spolupracovat s projektem elektroinstalace
  - a. zajistit signalizaci polohy požárních klapek na ovládacím panelu
- i) všechna vzduchotechnická zařízení budou ovládána z technického řídicího pracoviště
- j) automatická regulace bude pracovat dle využití daného větraného či klimatizovaného prostoru

## 11.6 ELEKTRICKÁ POŽÁRNÍ SIGNALIZACE

Ze strany profese vzduchotechniky je požadováno:

- a) v případě vzniku požáru vypnout veškerá vzduchotechnická zařízení

## **11.7 POŽADAVKY NA OSTATNÍ PROFESE**

V průběhu tvorby projektové dokumentace byla problematika ostatních profesí konzultována se zpracovateli jednotlivých subprojektů a požadavky na jejich profese jim byly předány.

### **11.7.1 STAVBA**

Ze strany profese vzduchotechniky je požadováno:

- a) vyhotovení otvorů pro průchod potrubí stavebními konstrukcemi – otvor musí být minimálně o 100 mm větší, než je samotný rozměr vedeného potrubí
- b) po dokončení montáže vzduchotechnických potrubí a zařízení provést utěsnění prostupů tak, aby mezi vzduchotechnickým potrubím a stavební konstrukcí bylo zabezpečeno pružné uložení
- c) zajištění elektrických přípojek pro napájení elektrického nářadí
- d) zajištění stavební výpomoci při montáži vzduchotechnických zařízení
- e) dodržení stavební připravenosti před zahájením montáže vzduchotechnických zařízení
- f) zajištění uzemnění vzduchotechnických zařízení dle ČSN 33 20 00, jak po projekční tak i dodávkové stránce
- g) vyhotovit kontrolní a revizní otvory pod regulačními elementy vzduchotechnických rozvodů

### **11.7.2 ELEKTROINSTALACE**

Ze strany profese vzduchotechniky je požadováno:

- a) napojení vzduchotechnických zařízení na elektrickou rozvodnou soustavu 3x230/400 V
- b) všechna el. napojení provádět dle požadavků výrobců zařízení
- c) zajistit uzemnění všech vzduchotechnických jednotek včetně vzduchotechnických rozvodů
- d) zajistit napojení čerpadel pro okruhy ohříváčů a chladičů vzduchotechnických zařízení na el. síť

- e) zajistit napájení a ve spolupráci s MaR a EPS ovládání servopohonů vybraných klapek (230 V)

### **11.7.3 ZDRAVOTECHNIKA**

Ze strany profese vzduchotechniky je požadováno:

- a) zajištění odvodu kondenzátu od chladičů a kondenzačních van vzduchotechnických jednotek
- b) napojení pitné vody na parní zvlhčovače

### **11.7.4 ROZVODY TEPLA A CHLADU**

Ze strany profese vzduchotechniky je požadováno:

- a) u všech jednotek zajistit napojení vodních ohříváčů topnou vodou o teplotním spádu 70/50 °C
- b) u všech jednotek zajistit napojení vodních chladičů chladicí vodou o teplotním spádu 6/12 °C
- c) z důvodu ochrany výměníků tepla i chladu je potřeba aby topná i chladicí média byla zbavena všech nečistot
- d) napojení ohříváčů a chladičů nesmí být ze strany servisních přístupů do zařízení
- e) u výměníků tepla i chladu je potřeba na straně přívodu i vratu osadit teploměr a tlakoměr pro odečítání daných poměrů
- f) koordinovat návrh ve vazbě na el. silnoproud a MaR, především v rámci protimrazové ochrany vodních ohříváčů
- g) respektovat předepsaný tlak výměníků dle údajů výrobce
- h) zajistit přístupy k regulačním armaturám

## **11.8 PROTIHLUKOVÁ OPATŘENÍ**

Vzduchotechnická zařízení při provozu způsobují hluk, který nesmí ve venkovních i vnitřních prostorech překračovat hygienické limity hluku stanovené nařízením vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. Z toho důvodu je při provozu důsledně dbáno na zabránění šíření hluku a vibrací.

Pro zamezení šíření hluku do větraných prostor budou provedena tyto ochranná opatření:

- a) vzduchotechnické jednotky budou na potrubní rozvody napojeny přes pružné manžety umožňující pohyb strojů
- b) distribuční elementy ve všech místnostech musí být napojeny přes flexi hadice SONOFLEX MO
- c) rotační části použitých zařízení musí být staticky i dynamicky vyváženy
- d) dimenzování potrubních rozvodů je navrhováno s ohledem na rychlost, aby nezpůsobovala nadměrný hluk
- e) zařízení jsou dimenzována tak aby byly dodrženy hlukové limity s dostatečnou rezervou výkonových charakteristik
- f) v potrubních rozvodech jsou umístěny tlumiče hluku v částech, které byly výpočtem určeny – viz výkresová dokumentace
- g) distribuční elementy jsou dimenzovány tak, aby v prostorech kde jsou umístěny, nevytvářeli hluk překračující hlukové limity dle užívání dané místnosti

## 11.9 IZOLACE A NÁTĚRY

V případě 1. a 2 zařízení, u kterých jsou kruhové potrubí, jsou použity lamelové skružovatelné pásy ze skelné vlny se součinitelem tepelné vodivosti min.  $\lambda = 0,036 \text{ W/ mK}$ . U zařízení č. 3, kde je hlavní rozvod vyhotoven z čtyřhranného potrubí, budou použity desky z minerální vlny, hydrofobizované, s hliníkovou fólií se součinitelem tepelné vodivosti min.  $\lambda = 0,036 \text{ W/ mK}$ . U zařízení č. 1 budou izolovány přívodní i odvodní potrubí dopravující vzduch z/do venkovního prostředí, stejně tak i u zařízení č. 3. U 2. zařízení je izolováno přívodní potrubí dopravující vzduch do sportovní haly. Tepelnou izolací budou opatřeny i pružné manžety vzduchotechnických jednotek. Jednotky budou již povrchově upraveny výrobcem. Pozinkované potrubí již ve vnitřních prostorech objektu nebudou dále upravována. Ve vnějším prostředí bude potrubí opatřeno lakem.

## 11.10 PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ

Řešená část objektu je rozdělena do 4 požárních úseků. Jedná se o strojovnu vzduchotechniky a zbylé požární úseky jsou shodné s funkčními celky.

V místech kde potrubí prochází dvěma požárními úseky (prostup stěnou z restaurace a s chodby zázemí do strojovny), je nutno osadit požární klapky, o požární odolnosti EI90 a dle rozměru a tvaru potrubí. Do kruhového potrubí budou osazeny požární klapky Systemair PKIR EI90-125-DV7-T-ST a dvě klapky Systemair PKIR EI90-250-DV7-T-ST. Pro čtyřhranné potrubí budou použity dvě požární klapky Systemair PKIS EI90S-630x355-DV7-T-ST. Všechny tyto klapky budou instalovány ve stěně oddělující požární úseky.

## 11.11 MONTÁŽ, PROVOZ A OBSLUHA ZAŘÍZENÍ

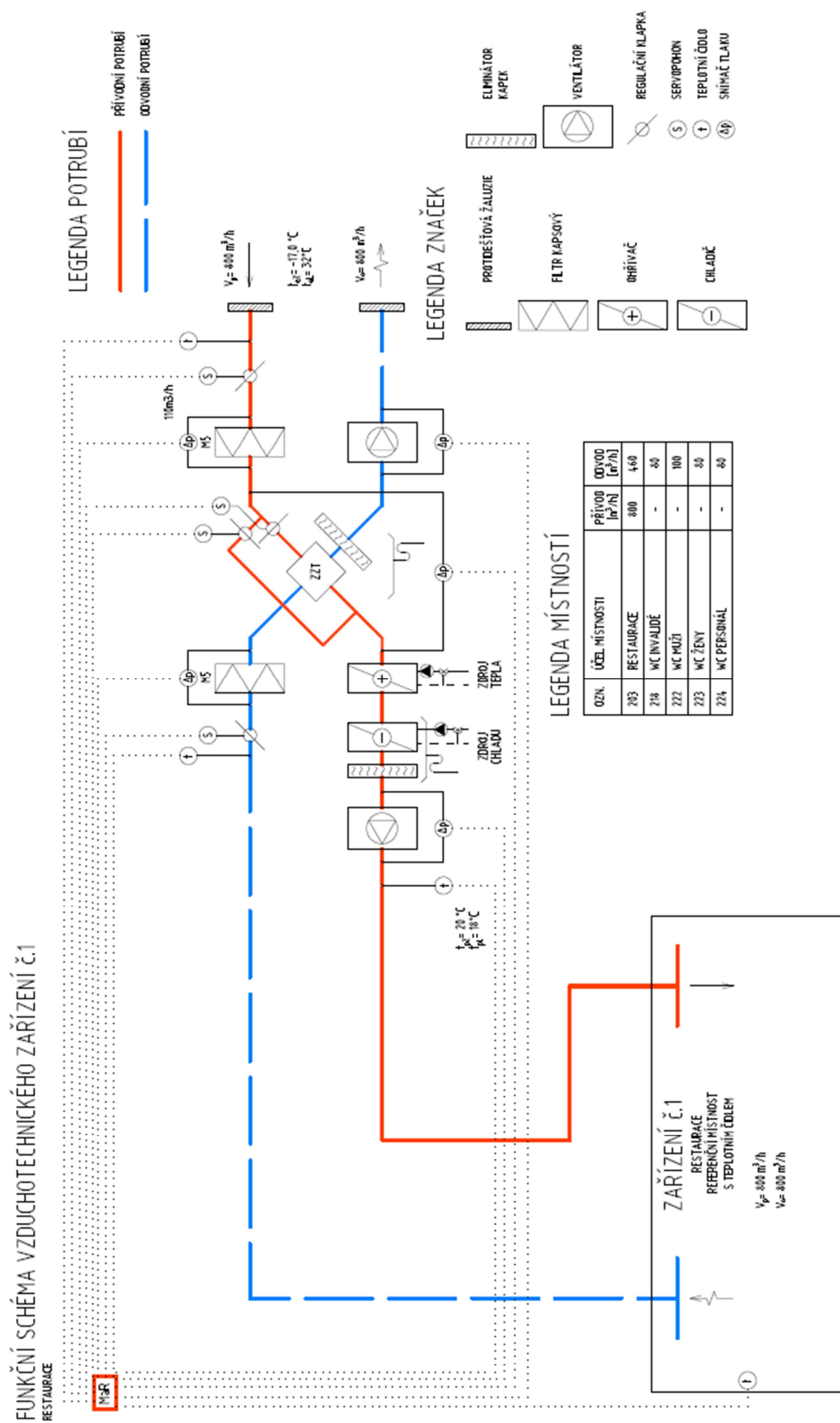
Montáž vzduchotechnických zařízení bude provedeno odbornou, proškolenou firmou, dle montážních návodů výrobce. Montáž klimatizačních zařízení, rozvodů topné vody a chladiva budou provedeny odbornou, proškolenou firmou, dle montážních návodů výrobce. Zařízení budou po montáži odzkoušena a zregulována. Obsluha instalovaných zařízení musí být řádně proškolená. Údržba instalovaných zařízení musí být prováděna pravidelně dle požadavků uvedených výrobcem zařízení.

## 11.12 ZÁVĚR

Navržené větrací a klimatizační zařízení splňují nároky na hygienický, nehlučný, hospodárný a komfortní provoz daný typem budovy a provozu uvnitř. Všechna zařízení splňují dodávku dostatečného množství čerstvého vzduchu v průběhu celého roku. V prostorách restaurace vzduchotechnický systém v letním období odvádí část tepelné zátěže a v zimním období ohřívá čerstvý vzduch na teplotu interiéru. Zařízení č.2 pokrývá jak tepelnou zátěž v letním období, tak i tepelné ztráty v zimě a upravuje vlhkost v prostorách sportovní haly. Zařízení č. 3 odvádí část tepelné zátěže v prostorách posilovny a zázemí a v zimním období ohřívá přiváděný vzduch na teplotu interiéru.



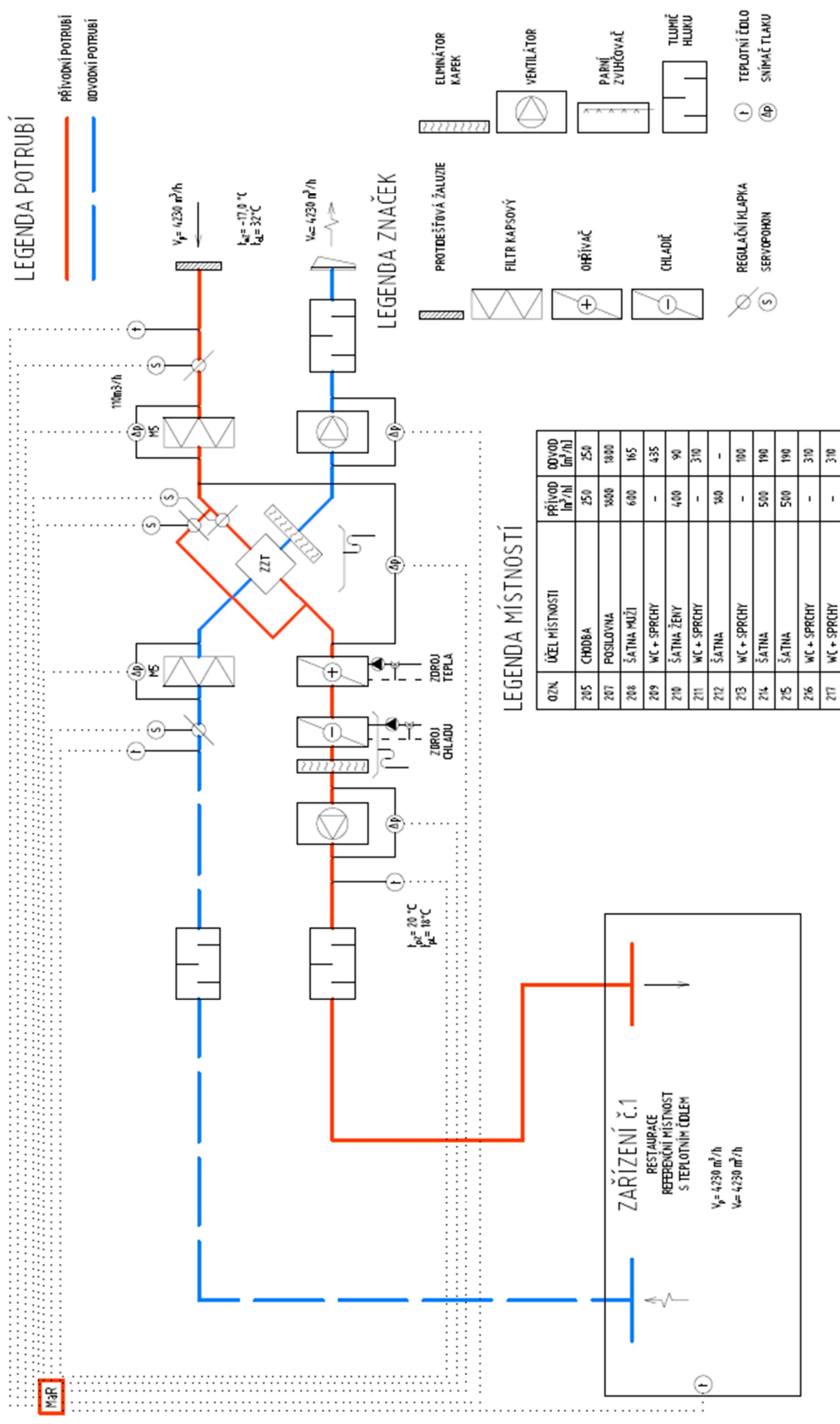
## 11.13 FUNKČNÍ SCHÉMATA



**Obrázek 40 – Funkční schéma zař. č. 1**



FUNKČNÍ SCHEMA VZDUCHOTECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ Č.3  
POSILOVNA A ŽÁZENÍ



Obrázek 42 – Funkční schéma zař. č. 3



## 11. TECHNICKÁ SPECIFIKACE

Pozice	Výrobce	Specifikace	počet	MJ
<b>Zařízení č.1 - Nucené větrání restaurace</b>				
1.	Remak	Vzduchotechnická jednotka Vento 60-30; 800 m3/h; 0,45 kW	1	ks
1.01	Remak	Deskový rekuperátor HRZT 71-60 /1Z/ BR-X-D-EK; účinnost 91%	1	ks
1.02	Remak	Přívodní klapka LKSF 60-30/230+2xTlumící vložka DV 60-30	1	kpl
1.03	Remak	Přívodní kapsový filtr M5 KF5 60-30 ECOD	1	ks
1.04	Remak	Vodní ohřivač VO 60-30/1R, 0,8 kW	1	ks
1.05	Remak	Vodní chladič VV 60-30/3R 3,1 kW +Eliminátor kapek EK 60/30	1	kpl
1.06	Remak	Přívodní ventilátor RE 60-30/31-SE, 800 m3/h, 479 Pa, 0,23kW, 1NPE 230 V	1	ks
1.07	Remak	Odvodní klapka LKSF 60-30/230+2xTlumící vložka DV 60-30	1	kpl
1.08	Remak	Odvodní kapsový filtr M5 KF5 60-30 ECOD	1	ks
1.09	Remak	Odvodní ventilátor RE 60-30/31-SE, 800 m3/h, 451 Pa, 0,22kW, 1NPE 230 V	1	ks
1.10	Systemair	Protidešťová žaluzie PZAL-400x400-S+Montážní rám UR-400x400-PZ	2	kpl
1.11	Elektrodesign	Požární klapka CR60 BLFT, se servopohonem; EI60, průměr 250	4	ks
1.12	M-art	Regulační klapka KU.200; průměr 200mm	4	ks
1.13	Systemair	Výřivá vyúst VVKR-A-S-600-16-RAL9005	4	ks
1.14	Multivac	Dveřní mřížka AF981-300x100+montážní mřížka GR001-300x100	7	kpl
1.15	M-art	Regulační klapka KU.125; průměr 125mm	3	ks
1.16	M-art	Regulační klapka KU.100; průměr 100mm	2	ks
1.17	Systemair	Kruhový odvodní ventil EFF 160-RAL9010	4	ks
1.18	Systemair	Kruhový odvodní ventil EFF 125-RAL9010	3	ks
1.19	Systemair	Kruhový odvodní ventil EFF 100-RAL9010	2	ks
1.20	M-art	Regulační klapka KU.160; průměr 160mm	4	ks
1.21	Elektrodesign	Požární klapka CR60 BLFT, se servopohonem; EI60, průměr 125	1	ks
<b>SPIRO potrubí z pozinkovaného plechu</b>				
-	M-art	průměr 100mm / 0% tvarovek	0,3	bm
-	M-art	průměr 125mm / 7% tvarovek	11,5	bm
-	M-art	průměr 160mm / 18% tvarovek	1,2	bm
-	M-art	průměr 200mm / 5% tvarovek	5,4	bm
-	M-art	průměr 225mm / 16% tvarovek	5,9	bm
-	M-art	průměr 250mm / 8% tvarovek	44,7	bm
<b>Čtyřhranné ocelové potrubí sk. I</b>				
-	M-art	do obvodu: 1600 / 100% tvarovek	1	bm
-	M-art	do obvodu: 1800 / 100% tvarovek	1,8	bm
<b>Tepeplné izolace</b>				
-	Rockwool	Techrock 40 ALS tl.40mm	19	m <sup>2</sup>
-	Rockwool	Techrock 60 ALS tl.60mm	30	m <sup>2</sup>
<b>Ohebné flexi hadice</b>				
-	Elektrodesign	Ohebná hadice Sonoflex M0 - 102	1	bm
-	Elektrodesign	Ohebná hadice Sonoflex M0 - 127	2,3	bm
-	Elektrodesign	Ohebná hadice Sonoflex M0 - 160	2,5	bm
-	Elektrodesign	Ohebná hadice Sonoflex M0 - 203	4	bm



Pozice	Výrobce	Specifikace	počet	MJ
<b>Zařízení č.2 - Klimatizace sportovní haly</b>				
2.	Remak	Vzduchotechnická jednotka AeroMaster XP 17; 12600 m3/h; 57,39 kW	1	ks
2.01	Remak	Deskový rekuperátor XPMK 17/BPW (SV-120/AX-126,5-Optim; účinnost 83%	1	ks
2.02	Remak	Přívodní klapka LK 1220-865+ 2xTlumící vložka DV 1220-865	1	kpl
2.03	Remak	Přívodní kapsový filtr M5 XPNH 17/5 ECOD	1	ks
2.04	Remak	Vodní ohříváč XPNC 17/1R; 25,6 kW	1	ks
2.05	Remak	Vodní chladič XPND 17/4R; 38,2 kW + Eliminátor kapekXPNU 17	1	kpl
2.06	Remak	Zvlhčovač parní CA-UE 65/125C	1	ks
2.07	Remak	Přívodní ventilátor XPVP 500-5,5/J4 (IE2); 12600 m3/h, 927 Pa, 4,87kW, 3NPE 400 V	1	ks
2.08	Remak	Odvodní klapka LK 1220-865+ 2xTlumící vložka DV 1220-865	1	kpl
2.09	Remak	Odvodní kapsový filtr M5 XPNH 17/5 ECOD	1	ks
2.10	Remak	Odvodní ventilátor XPVP 500-5,5/J4 (IE2); 12600 m3/h, 677 Pa, 3,77kW, 3NPE 400 V	1	ks
2.11	Systemair	Protidešťová žaluzie PZAL-500x500-S+Montážní rám UR-500x500-PZ	1	kpl
2.12	M-art	Koncové koleno 30° se sítí proti hmyzu 500x500mm	1	ks
2.13	M-art	Tlumič hluku THKU.500.500.500-3 2X KTH.100.500.500	1	ks
2.14	M-art	Regulační klapka KU.315; průměr 315mm	4	ks
2.15	M-art	Regulační klapka KU.400; průměr 400mm	8	ks
2.16	Systemair	Velkoobjemová výústka IMOS-VVS-1400x1500-RAL9010	4	ks
2.17	Systemair	Velkoobjemová výústka IMOS-VVP-1200x1000-RAL9010	8	ks
2.18	M-art	Regulační klapka KU.710; průměr 710mm	1	ks
2.19	Systemair	Potrubní vústka NOVA-C-1-1025x225-R1-H-A-304	10	ks
<b>SPIRO potrubí z pozinkovaného plechu</b>				
-	M-art	průměr 315mm / 13% tvarovek	29,6	bm
-	M-art	průměr 400mm / 16% tvarovek	30,9	bm
-	M-art	průměr 450mm / 4% tvarovek	23,5	bm
-	M-art	průměr 560mm / 6% tvarovek	24,1	bm
-	M-art	průměr 630mm / 11% tvarovek	35	bm
-	M-art	průměr 900mm / 56% tvarovek	17	bm
<b>Čtyřhranné ocelové potrubí sk. I</b>				
-	M-art	do obvodu: 2000/ 20% tvarovek	4,7	bm
-	M-art	do obvodu: 4170 / 100% tvarovek	2,4	bm
<b>Tepeplné izolace</b>				
-	ISOVER	ML-3 tl.40mm	340	m <sup>2</sup>
<b>Ohebné flexi hadice</b>				
-	Elektrodesign	Ohebná hadice Sonoflex M0 - 315	4	bm
-	Elektrodesign	Ohebná hadice Sonoflex M0 - 406	8	bm

Pozice	Výrobce	Specifikace	počet	MJ
<b>Zařízení č.3 - Nucené posilovny a zázemí</b>				
3.	Remak	Vzduchotechnická jednotka AeroMaster XP 06; 4430 m3/h; 3,83 kW	1	ks
3.01	Remak	Deskový rekuperátor XPMQ 06/BP (SV-70/C-69,5-Optim); účinnost 68%	1	ks
3.02	Remak	Přívodní klapka LK 650-600+2xTlumicí vložka DV 650-600	1	kpl
3.03	Remak	Přívodní kapsový filtr M5 XPNH 06/5 (K) ECOD	1	ks
3.04	Remak	Vodní ohříváč XPNC 06/1R; 16,4 kW	1	ks
3.05	Remak	Vodní chladič XPND 06/1R 3,3 kW + Eliminátor kapek XPNU 06	1	kpl
3.06	Remak	Přívodní ventilátor XPVP 315-2,2/J2 (IE2), 4430 m3/h, 1004 Pa, 2,01kW, 3NPE 400 V	1	ks
3.07	Remak	Odvodní klapka LK 650-600+2xTlumicí vložka DV 650-600	1	kpl
3.08	Remak	Odvodní kapsový filtr M5 XPNH 06/5 (K) ECOD	1	ks
3.09	Remak	Odvodní ventilátor XPVP 315-2,2/J2 (IE2), 4430 m3/h, 894 Pa, 1,81 kW, 3NPE 400 V	1	ks
3.10	M-art	Tlumič hluku THKU.630.355.500-3 2X KTH.100.355.500	3	ks
3.11	Systemair	Požární klapka PKIS EI60-630x355-DV7-T, se servopohonem;	2	ks
3.12	M-art	Protidešťová žaluzie PZAL-630x355-S+Montážní rám UR-630x355-PZ	4	ks
3.13	M-art	Koncové koleno 30" se sítím proti hmyzu 630x355mm	1	kpl
3.14	Systemair	Výřivá vyúst VVKR-A-S-600-16-RAL9010	6	ks
3.15	M-art	Regulační klapka KU.200; průměr 200mm	6	ks
3.16	M-art	Regulační klapka KU.160; průměr 160mm	5	ks
3.17	M-art	Regulační klapka KU.125; průměr 125mm	36	ks
3.18	Systemair	Kruhový přívodní ventil TFFC 160-RAL9010	5	ks
3.19	Systemair	Kruhový přívodní ventil TFF 125-RAL9010	12	ks
3.20	Systemair	Výřivá vyúst VVKR-A-S-600-24C-RAL9010	3	ks
3.21	Systemair	Kruhový odvodní ventil EFF 125-RAL9010	24	ks
3.22	Multivac	Dveřní mřížka AF981-500x200+montážní mřížka GR001-500x200	5	ks
3.23	Multivac	Dveřní mřížka AF981-300x150+montážní mřížka GR001-300x150	5	ks
3.24	M-art	Regulační klapka KU.250; průměr 250mm	3	ks
<b>SPIRO potrubí z pozinkovaného plechu</b>				
-	M-art	průměr 125mm / 0% tvarovek	7,9	bm
-	M-art	průměr 160mm / 20% tvarovek	8,1	bm
-	M-art	průměr 200mm / 18% tvarovek	19,8	bm
-	M-art	průměr 250mm / 19% tvarovek	25	bm
-	M-art	průměr 280mm / 13% tvarovek	2,4	bm
-	M-art	průměr 315mm / 24% tvarovek	17,5	bm
-	M-art	průměr 355mm / 3% tvarovek	13,2	bm
-	M-art	průměr 400mm / 4% tvarovek	29,5	bm
<b>Čtyřhranné ocelové potrubí sk. I</b>				
-	M-art	do obvodu: 1890 / 12,5% tvarovek	17,7	bm
-	M-art	do obvodu: 1970 / 22% tvarovek	55,3	bm
<b>Tepeplné izolace</b>				
-	Rockwool	Techrock 60 ALS tl.60mm	16	m <sup>2</sup>
<b>Ohebné flexi hadice</b>				
-	Elektrodesign	Ohebná hadice Sonoflex M0 - 127	26	bm
-	Elektrodesign	Ohebná hadice Sonoflex M0 - 160	5	bm
-	Elektrodesign	Ohebná hadice Sonoflex M0 - 203	5	bm
-	Elektrodesign	Ohebná hadice Sonoflex M0 - 254	3,5	bm





## 12. POUŽITÉ ZDROJE

1. tzb-info. *K vývoji klimatizace*. [Online] [Citace: 30. Duben 2018]  
<https://www.tzb-info.cz/2547-k-vyvoji-klimatizace-i>
2. findagrave. *John Gorrie*. [Online] [Citace: 30. Duben 2018]  
<https://www.findagrave.com/memorial/7595407/john-gorrie>
3. blueteam. *Historie klimatizace*. [Online] [Citace: 30. Duben 2018]  
<http://www.blueteam.cz/klimatizace-a-chlazení/historie-klimatizace.html>
4. surgisac. *Thanks to Willis Carrier*. [Online] [Citace: 30. Duben 2018]  
<http://www.surgisac.com/2011/07/thanks-to-willis-carrier.html>
5. sertox. *Modules*. [Online] [Citace: 30. Duben 2018]  
<http://www.sertox.com.ar/modules.php?name=News&file=phpslideshow&currentIDPic=1061>
6. blueteam. *Klimatizace a chlazení*. [Online] [Citace: 30. Duben 2018]  
<http://www.blueteam.cz/klimatizace-a-chlazení/princip-klimatizace/79-cesky-text/klimatizace-a-chlazení.html>
7. **Marta Székyová, Karol Ferstl, Richard Nový.** *Větrání a klimatizace*. Bratislava : autor neznámý, 2006. ISBN: 80-8076-037-3.
8. wemac. *Třídy filtračních elementů*. [Online] [Citace: 18. květen 2018]  
<https://www.wemac.cz/principy-filtrace/tridy-filtracnich-elementu/>
9. qpro. *ZZT rekuperace regenerace*. [Online] [Citace: 18. květen 2018]  
<http://www.qpro.cz/ZZT-rekuperace-regenerace>
10. tzb-info. *Zpětné získávání tepla ve větrání a klimatizaci*. [Online]  
[Citace: 19. květen 2018]  
<https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-s-rekuperaci/3648-zpetne-ziskavani-tepla-ve-vetrani-a-klimatizaci-i>
11. sege. *Vlhčení humid*. [Online] [Citace: 20. květen 2018]  
[http://www.sage.cz/armstrong/klima/vlhcení\\_humid.htm](http://www.sage.cz/armstrong/klima/vlhcení_humid.htm)
12. Systemair, a.s. *VVKR-A Vířivé anemostaty*. [Online] [Citace: 8. březen 2018.]  
[https://www.systemair.com/globalassets/websites/cz/katalogy/cenik\\_adp\\_re\\_v07.pdf](https://www.systemair.com/globalassets/websites/cz/katalogy/cenik_adp_re_v07.pdf).
13. Systemair, a.s. *TFFC Talířové ventily*. [Online] [Citace: 8. březen 2018.]  
<https://www.systemair.com/cz/Ceska/Products/distribucnielementy/ventily/privodni-kovove-ventily/tffc>

14. Systemair, a.s. *EFF Talířové ventily*. [Online] [Citace: 8. březen 2018.] <https://www.systemair.com/cz/Ceska/Products/distribucnielementy/ventily/odvodni-kovove-ventily/eff/>
15. Systemair, a.s. *IMOS Velkoplošné vyústky*. [Online] [Citace: 8. březen 2018.] [https://www.systemair.com/globalassets/downloads/sk/tpi/tpi-29\\_vv\\_sk.pdf](https://www.systemair.com/globalassets/downloads/sk/tpi/tpi-29_vv_sk.pdf)
16. Systemair, a.s. *NOVA-C Potrubní vyústky*. [Online] [Citace: 8. březen 2018.] <https://www.systemair.com/cz/Ceska/Products/distribucnielementy/mrizky-a-vyustky-nova/potrubni-vyustky/nova-c/Nova-C/>

## 13. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ

### Fyzikální veličiny

- c – měrná tepelná kapacita ( $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )
- d – průměr potrubí (mm)
- h – měrná entalpie ( $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$ )
- L – hladina akustického tlaku (dB)
- m – hmotnostní průtok ( $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$ )
- n – násobnost výměny vzduchu ( $\text{h}^{-1}$ )
- p – tlak (Pa)
- P – jmenovitý elektrický příkon (W)
- q – jmenovitý průtok ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ )
- Q – tepelný výkon (W)
- R – měrná tlaková ztráty ( $\text{Pa} \cdot \text{m}^{-1}$ )
- S – plocha ( $\text{m}^2$ )
- t – čas (s), teplota ( $^{\circ}\text{C}$ )
- U – součinitel prostupu tepla ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ )
- v – rychlost ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ )
- V – objemový průtok ( $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ); ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ )
- x – měrná vlhkost ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )
- Z – tlaková ztráta místními odpory (Pa)
- $\alpha$  – součinitel přestupu tepla ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ )
- $\varepsilon$  – efektivita [-]
- $\lambda$  – tepelná vodivost ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )
- $\xi$  – součinitel vřazených odporů (-)
- $\rho$  – hustota ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ )
- $\eta$  – účinnost (-)
- $\Theta$  – teplota ( $^{\circ}\text{C}$ )
- $\varphi$  – relativní vlhkost (%)

### Indexy

- c – škodliviny
- i – interiér
- o – odvodní / odpadní
- p – přívod / pracovní
- pdl – podlaha

## 14. SEZNAM OBRÁZKŮ TABULEK A GRAFŮ

### Obrázky

<b>Obrázek 1</b> – Dr. John Gorrie.....	19
<b>Obrázek 2</b> – Willis Carrier [4] a Thomas Migley.....	20
<b>Obrázek 3</b> – Schéma základního principu klimatizace.....	21
<b>Obrázek 4</b> – Závislost tlakové ztráty filtru na jeho zanesení.....	24
<b>Obrázek 5</b> – Třídy filtrů dle ČSN EN 779:2012.....	25
<b>Obrázek 6</b> – Třídy vysoce účinných filtrů dle ČSN EN 1822:2010.....	26
<b>Obrázek 7</b> – Použití vzduchových filtrů dle tříd.....	27
<b>Obrázek 8</b> – Schéma zpětného získávání tepla.....	29
<b>Obrázek 9</b> – Deskový rekuperátor pro ZZT.....	31
<b>Obrázek 10</b> – Schéma a princip činnosti rotačního rekuperátoru.....	32
<b>Obrázek 11</b> – Sestava větracího zařízení se svislým rotačním regenerátorem...	32
<b>Obrázek 12</b> – Základní průtoková uspořádání rekuperačních výměníků.....	34
<b>Obrázek 13</b> – Kombinované průtokové uspořádání rekuperačních výměníků...	35
<b>Obrázek 14</b> – Základní schémata paralelního kombinovaného proudu.....	36
<b>Obrázek 15</b> – Vlhčení rozprašovanou vodou – v h-x diagramu.....	38
<b>Obrázek 16</b> – Vlhčení parou – v h-x diagramu.....	39
<b>Obrázek 17</b> – Vlhčení prostřednictvím odpařovacích pánví – v h-x diagramu....	40
<b>Obrázek 18</b> – Rozdělení funkčních celků.....	46
<b>Obrázek 19</b> – Rozmístění konstrukcí.....	48
<b>Obrázek 20</b> – Rychlý výběr VVKR – A.....	59
<b>Obrázek 21</b> – Náskres navrhované lamely a umístění v podhledu.....	60
<b>Obrázek 22</b> – Návrhové diagramy vířivé vyústky.....	60
<b>Obrázek 23</b> – Přívodní a odvodní talířové ventily.....	61
<b>Obrázek 24</b> – Diagram přívodního talířového ventilu.....	61
<b>Obrázek 25</b> – Diagram odvodního talířového ventilu.....	62
<b>Obrázek 26</b> – Přívodní velkoobjemové vyústky.....	63
<b>Obrázek 27</b> – Návrhový diagram IMOS – VVP 1200x1000.....	63
<b>Obrázek 28</b> – Tlaková ztráta a hlukové parametry IMOS – VVP.....	64
<b>Obrázek 29</b> – Řez potrubní vyústkou NOVA-C-1-R1.....	64
<b>Obrázek 30</b> – Návrhový diagram potrubní vyústky NOVA-C1-R1.....	65
<b>Obrázek 31</b> – Dimenzační schéma 2.NP.....	67
<b>Obrázek 32</b> – Distribuční schéma 2.NP.....	68
<b>Obrázek 33</b> – Vzduchotechnické zařízení č. 1.....	72
<b>Obrázek 34</b> – Mollierův h-x diagram pro zařízení č. 1.....	74
<b>Obrázek 35</b> – Vzduchotechnické zařízení č. 2.....	75
<b>Obrázek 36</b> – Mollierův h-x diagram pro zařízení č. 2.....	77
<b>Obrázek 37</b> – Vzduchotechnické zařízení č. 3.....	78
<b>Obrázek 38</b> – Mollierův h-x diagram pro zařízení č. 3.....	80
<b>Obrázek 39</b> – Návrhová tabulka fancoilu.....	81

<b>Obrázek 40</b> – Funkční schéma zař. č. 1.....	109
<b>Obrázek 41</b> – Funkční schéma zař. č. 2.....	110
<b>Obrázek 42</b> – Funkční schéma zař. č. 3.....	111

## **Tabulky**

<b>Tabulka 1</b> – Prostorové parametry.....	45
<b>Tabulka 2</b> – Součinitele prostupu tepla.....	47
<b>Tabulka 3</b> – Tepelná ztráta místnosti č. 206.....	49
<b>Tabulka 4</b> – Tepelná zátěž.....	56
<b>Tabulka 5</b> – Průtoky vzduchu a tlakové poměry.....	57
<b>Tabulka 6</b> – Návrh všech distribučních elementů.....	66
<b>Tabulka 7</b> – Dimenzování potrubí pro 1. Zařízení.....	69
<b>Tabulka 8</b> – Dimenzování potrubí pro 2. Zařízení.....	70
<b>Tabulka 9</b> – Dimenzování potrubí pro 3. Zařízení.....	71
<b>Tabulka 10</b> – Základní parametry zařízení č. 1.....	73
<b>Tabulka 11</b> – Základní parametry zařízení č. 2.....	76
<b>Tabulka 12</b> – Základní parametry zařízení č. 2.....	80
<b>Tabulka 13</b> – Návrh fancoilů.....	82
<b>Tabulka 14</b> – Útlum hluku u zařízení č.3 – přívod – výtlač.....	83
<b>Tabulka 15</b> – Tepelné izolace.....	84
<b>Tabulka 16</b> – Parametry vnitřního prostředí.....	91
<b>Tabulka 17</b> – Tepelná zátěž, vlhkostní zisky.....	94

## **15. SEZNAM PŘÍLOH**

### **A. PŘÍLOHY**

- A.1 Tepelné ztráty
- A.2 Tepelné zisky
- A.3 Útlum hluku
- A.4 Zařízení č. 1
- A.5 Zařízení č. 2
- A.6 Zařízení č. 3

### **B. PŘÍLOHY**

- D.1.4.1.03 PŮDORYS 2.NP
- D.1.4.1.04 PŮDORYS STŘECHY
- D.1.4.1.05 ŘEZY 1
- D.1.4.1.06 ŘEZ D-D´
- D.1.4.1.07 ŘEZY 2